



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΦΥΤΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«Βελτιστοποίηση της χημικής καταπολέμησης διαφόρων ζιζανίων σε
καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.)»**

Κλωτσοτήρα Ζωή



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής

Βόλος, 2021

«Βελτιστοποίηση της χημικής καταπολέμησης διαφόρων ζιζανίων σε καλλιέργεια
βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.)»

Κλωτσοτήρα Ζωή

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καρκάνης Ανέστης (Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο: Ζιζανιολογία

Δαναλάτος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο: Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης
Καλλιέργειας

Αθανασίου Χρήστος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο: Εντομολογία

Copyright © *Κλωτσοτήρα Ζωή*, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

«Εγώ η Κλωτσοτήρα Ζωή, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος».

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα. Κλωτσοτήρα Ζωή».

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση του θέματος και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αγρού και της συγγραφής της μεταπτυχιακής διατριβής μου. Επίσης, θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ. Νικόλαο Δαναλάτο και κ. Χρήστο Αθανασίου για το χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη της διατριβής μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, αρχικά, την οικογένειά μου για τη στήριξη, τη βοήθεια και την υπομονή που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής, καθώς επίσης και τον Σταθονίκο Δημήτριο και την Δρ. Παπαδόπουλου Αναστασία για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
Summary	2
Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	3
1.1. Καλλιέργεια βαμβακιού	3
1.2 Ποιότητα βαμβακιού και παράγοντες που την επηρεάζουν	5
1.2.1 Λεπτότητα-Ωριμότητα (Micronaire)	5
1.2.2 Μήκος (Length) και Ομοιομορφία (Uniformity) των ινών	7
1.2.3. Κυτίο ή βαθμός (Grade)	7
1.2.4 Αντανακλαστικότητα (RD), Κιτρίνισμα (+b) και Επιμήκυνση (ELG) της ίνας	8
1.3. Γενικά - Έκταση της ζημιάς από τα ζιζάνια στην καλλιέργεια βαμβακιού	8
1.3.1 Καλλιεργητικές μέθοδοι καταπολέμησης ζιζανίων στο βαμβάκι	9
1.3.2 Χημική καταπολέμηση των ζιζανίων στο βαμβάκι	10
1.3.3 Ζιζάνια στην καλλιέργεια βαμβακιού	10
1.3.3.1 Κύπερη (<i>Cyperus</i> ssp.)	11
1.3.3.2 Στύφνος ή αγριοτομάτα (<i>Solanum nigrum</i> L.)	13
1.3.3.3 Βέλιουρας (<i>Sorghum halepense</i> L.)	15
1.3.3.4 Τραχύ βλήτο (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	17
1.3.3.5 Τάτουλας (<i>Datura stramonium</i> L.)	19
1.4. Ζιζανιοκτόνα στην καλλιέργεια βαμβακιού	21
1.4.1. S-metolachlor	21
1.4.2 Fluometuron	23
1.4.3 Pendimethalin	24
1.4.4 Terbuthylazine	25
1.4.5 Trifloxysulfuron	26
1.5. Σκοπός της διατριβής	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	28
2.1 Πειραματικό σχέδιο	28

2.2 Καιρικές συνθήκες	34
2.3 Καλλιεργητικές φροντίδες	34
2.4 Μετρήσεις – Προσδιορισμοί αύξησης και ανάπτυξης των φυτών	36
2.4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά – Ξηρά βάρη	36
2.4.2 Απόδοση	37
2.5. Στατιστική ανάλυση	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Αποτελέσματα	38
3.1 Καιρικές συνθήκες	38
3.2 Αποτελέσματα πορείας φυτρώματος των διαφόρων ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα του πειραματικού αγρού	39
3.3. Ξηρό βάρος ζιζανίων	44
3.4. Ύψος φυτών βαμβακιού	45
3.5 Ξηρή βιομάζα βαμβακιού	48
3.6 Αριθμός καρυδιών βαμβακιού	56
3.7. Απόδοση βαμβακιού	56
3.8 Ποσοστό ξένων υλών στο σύσπορο βαμβάκι	60
3.9 Ποσοστό ινών	60
3.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας	62
Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα	66
4.1 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων	66
4.2 Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού	67
Συμπεράσματα	69
5. Βιβλιογραφία	71
Παράρτημα Εικόνων	79

Περίληψη

Τα ζιζάνια στο βαμβάκι μπορούν να μειώσουν σημαντικά την απόδοσή του, καθώς επίσης και να υποβαθμίσουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας. Στην καλλιέργεια βαμβακιού εμφανίζονται πολλά ζιζάνια όπως η κίτρινη κύπερη, η πορφυρή κύπερη, ο στύφνος, τα βλήτα, ο βέλιουρας, ο τάτουλας και η αντράκλα. Σε πείραμα πεδίου που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Φανερωμένη Τρικάλων την καλλιεργητική περίοδο Απρίλιος-Οκτώβριος 2020 αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα διαφόρων προφυτρωτικών και μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια βαμβακιού. Συγκεκριμένα με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων εφαρμόστηκαν οι παραπάνω επεμβάσεις: ασκάλιστος μάρτυρας, fluometuron, S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή), terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών) και fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή). Το ζιζανιοκτόνο trifloxysulfuron εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά, ενώ τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν αμέσως μετά τη σπορά του βαμβακιού. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο πείραμα ήταν ο αριθμός των ζιζανίων ανά πειραματικό τεμάχιο, το ξηρό βάρος των ζιζανίων, η βιομάζα του βαμβακιού, το ύψος των βαμβάκφυτων, ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό (βαμβάκι), η απόδοση του σύσπορου βαμβακιού, η απόδοση σε σπόρο και ίνα καθώς επίσης και ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το ζιζανιοκτόνο trifloxysulfuron όταν εφαρμόστηκε καθολικά στα πειραματικά τεμάχια προκάλεσε φυτοτοξικότητα (χλώρωση) στα φυτά του βαμβακιού η οποία όμως ήταν παροδική. Το μικρότερο ξηρό βάρος των ζιζανίων καταγράφηκε στις επεμβάσεις fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή) και fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών), ενώ οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στην επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα. Επίσης, οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι καταγράφηκαν στις επεμβάσεις fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή, 505,2 kg/στρέμμα) και fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών, 547,2 kg/στρέμμα) λόγω της καλύτερης καταπολέμησης των ζιζανίων στις συγκεκριμένων επεμβάσεις. Η μικρότερη απόδοση (251,4 kg/στρέμμα) καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα. Τέλος, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι δεν καταγράφηκαν

στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας του βαμβακιού.

Summary

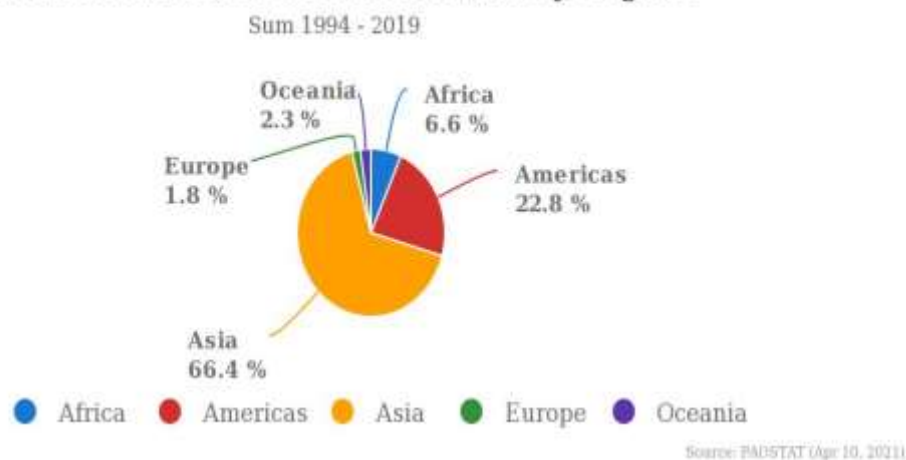
Weeds can significantly reduce cotton yield as well as the fiber quality. Some of the most common weeds in cotton crop are the perennial species *Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*, and *Sorghum halepense* L. as well as the annual species *Solanum nigrum* L., *Amaranthus* spp., *Portulaca oleracea* L., and *Datura stramonium* L. In a field experiment carried out in Phaneromeni region (Trikala, Thessaly prefecture) during the growing season April-October 2020, the efficacy of various pre- and post-emergence herbicides in cotton crop was evaluated. A randomized complete block design was implemented with three replicates per treatment. The treatments of this experiment were as follows: weed control, fluometuron, S-metolachlor, trifloxysulfuron (broadcast application), terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (broadcast application), and fluometuron + trifloxysulfuron (band spraying between rows). Trifloxysulfuron was applied post-emergence, while the other herbicides were applied pre-emergence. Measurements of several cotton parameters (e.g., plant's height, aboveground biomass, seed, and lint yield) as well as the weed density and biomass were made. The results of this study showed that the herbicide trifloxysulfuron caused phytotoxicity (chlorosis) in the cotton plants, while the observed chlorosis in leaves was transient. The lowest weed biomass in cotton crop was recorded in fluometuron + trifloxysulfuron (broadcast application) and fluometuron + trifloxysulfuron (band spraying) treatments, while the highest values of weed biomass were recorded in weedy control. Moreover, the highest seed yield of cotton were recorded in fluometuron + trifloxysulfuron (broadcast application, 5052 kg/ha) and fluometuron + trifloxysulfuron (band application, 5472 kg/ha) treatments, while the lowest yield (2514 kg/ha) was recorded in weedy control treatment. Finally, the statistical analysis of the data showed that there were no significant differences between the treatments for fiber quality parameters (e.g., micronaire and lint length).

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

1.1. Καλλιέργεια βαμβακιού

Η καλλιέργεια βαμβακιού είναι μια καλλιέργεια υψίστης οικονομικής σημασίας για πολλές χώρες του κόσμου, συγκαταλέγοντας σε αυτές και την Ελλάδα. Το βαμβάκι είναι ένα φυτό που καλλιεργείται κυρίως για την ίνα του, αλλά και για τους σπόρους του (παραγωγή βαμβακόπιτας), από τους οποίους εξάγεται το έλαιό τους, το οποίο χρησιμοποιείται στην βιομηχανία λιπαντικών, βερνικιών κ.α., αλλά και στην παραγωγή βρώσιμων προϊόντων όπως μαγιονέζα, μαργαρίνη κ.α. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Επίσης, πολλές κλωστοβιομηχανίες στηρίζονται σε αυτή την καλλιέργεια, όμως η μείωση της παραγωγής βαμβακιού στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια, προκάλεσε και τη μείωση αυτών των βιομηχανιών (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002). Σύμφωνα με τον FAO για το έτος 2019 η Ευρώπη κατέχει το 1,8 % της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού, με κυρίαρχη την Ασία που κατέχει το 66,4 % και οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή βαμβακιού στον κόσμο είναι η Κίνα με 445,7 εκατομμύρια τόνους, ενώ η Ελλάδα κατέχει την 9^η θέση παγκοσμίως με 25,6 εκατομμύρια τόνους (στοιχεί από το έτος 1994-2019). Η συνολική παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού για το 2019 ήταν 82,5 εκατομμύρια τόνοι και η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 38,6 εκατομμύρια εκτάρια (περίπου 386 εκατομμύρια στρέμματα), ενώ αντίστοιχα για την Ελλάδα και για το έτος 2017 η συνολική παραγωγή βαμβακιού ανήλθε στους 808,9 χιλιάδες τόνους και η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 260 χιλιάδες εκτάρια (2,6 εκατομμύρια στρέμματα) (FAOSTAT, 2021).

Production share of Seed cotton by region

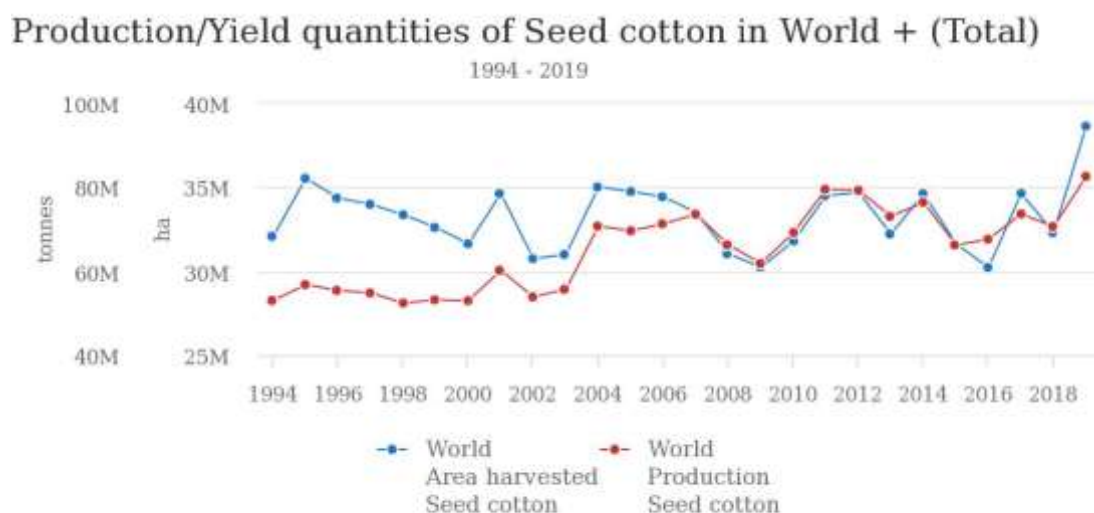


Διάγραμμα 1: Παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού (FAOSTAT, 2021).



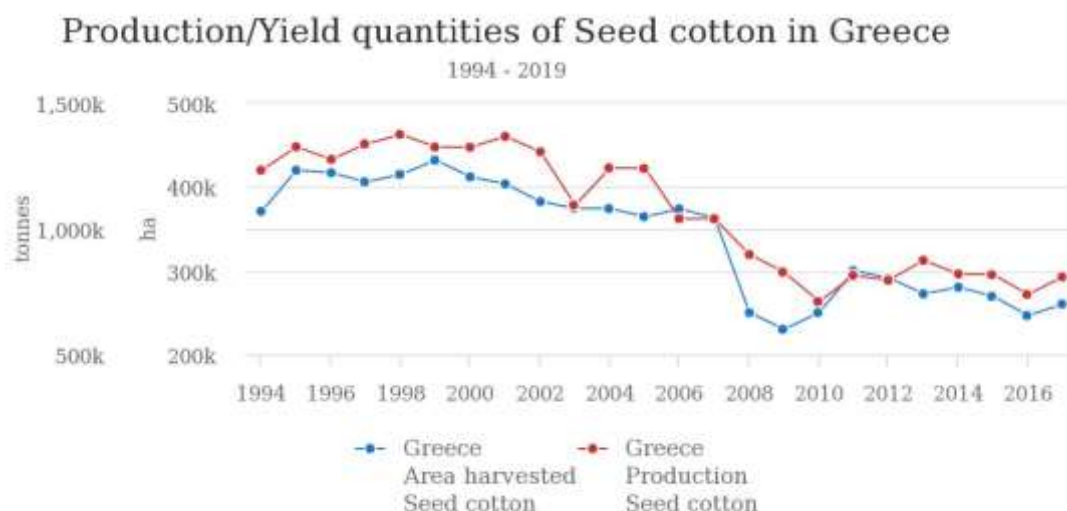
Source: FAOSTAT (Apr 10, 2021)

Διάγραμμα 2: Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή βαμβακιού στον κόσμο (FAOSTAT, 2021).



Source: FAOSTAT (Apr 10, 2021)

Διάγραμμα 3: Παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού (σε τόνους) και παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση βαμβακιού (σε εκτάρια). (FAOSTAT, 2021).



Διάγραμμα 4: Συνολική παραγωγή βαμβακιού (σε τόνους) και συνολική καλλιεργούμενη έκταση βαμβακιού (σε εκτάρια) στην Ελλάδα. (FAOSTAT, 2021).

1.2 Ποιότητα βαμβακιού και παράγοντες που την επηρεάζουν

Η ποιότητα της ίνας του βαμβακιού παίζει καθοριστικό ρόλο στην αξία του εκκοκκισμένου βαμβακιού και οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι η ποικιλία, το περιβάλλον, καθώς επίσης και οι διάφορες μεταχειρίσεις που υφίσταται το βαμβάκι στον αγρό (**ζιζάνια, άρδευση, λίπανση και αποφύλλωση**), κατά τη συγκομιδή και στη εκκόκκισή του.

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί πολλές ποικιλίες βαμβακιού με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που προσαρμόζονται σε ποικίλα εδάφη και κλίματα, ενώ παρουσιάζει υψηλή ποιότητα ίνας. Στην περιοχή των Τρικάλων οι ποικιλίες βαμβακιού (Πίνακας 1) που χρησιμοποιούνται ευρέως από τους περισσότερους βαμβακοπαραγωγούς είναι οι παρακάτω:

Τα κύρια χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας της ίνας του βαμβακιού είναι η λεπτότητα-ωριμότητα της ίνας (Micronaire), το μήκος της ίνας (Length), το κυτίο (Grade), καθώς και η ομοιομορφία της ίνας (Uniformity), η αντοχή της ίνας (Strength), το ποσοστό κοντών ινών (S.F.I.), η αντανakλαστικότητα (RD), η επιμήκυνση (ELG) και το κιτρίνισμα της ίνας (+b).

1.2.1 Λεπτότητα-Ωριμότητα (Micronaire)

Το micronaire είναι μια μονάδα μέτρησης που μετρά την ικανότητα του αέρα να διαπερνά ανάμεσα από τις ίνες του βαμβακιού (Heap, 2000). Το micronaire ορίζεται

ως η λεπτότητα και ωριμότητα της ίνας του βαμβακιού, η λεπτότητα υποδηλώνει την μάζα ανά μονάδα μήκους της ίνας η οποία εξαρτάται από την περίμετρο της ίνας και αποτελεί γενετικό χαρακτηριστικό, ενώ η ωριμότητα αναφέρεται στον βαθμό πάχυνσης του δευτερογενούς τοιχώματος της ίνας και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013).

Πίνακας 1: Ευρέως καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού από βαμβακοπαραγωγούς στην ευρύτερη περιοχή των Τρικάλων. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

CELIA	ELPIDA
ELSA	ARMONIA
FIONA	AVRA
DP 332	ST 318
DP377	FIDEL
ST 402	PRG 9811
HERSI	OLIVIA

Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ξηρασία και η λίπανση επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το micronaire, καθώς η χαμηλή θερμοκρασία, η πρόωρη αποφύλλωση του βαμβακιού και η έλλειψη νερού περιορίζουν τη δημιουργία δευτερογενούς τοιχώματος της ίνας, ενώ η υψηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με την κατάλληλη άρδευση και λίπανση προωθούν την δημιουργία του δευτερογενούς τοιχώματος της ίνας. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013; USDA, 1995). Επίσης, ο πολύ μεγάλος αριθμός καψών (καρύδια) και η μεγάλη πυκνότητα των βαμβακόφυτων στον αγρό, μπορούν να επηρεάσουν το micronaire αρνητικά (USDA and Cotton USA, 2018).

Τα επιθυμητά όρια microaire είναι από 3,9-4,2 τα οποία θεωρούνται άριστα, ενώ αποδεκτά είναι τα όρια από 4,3-4,7 (Μπαντής, 2018). Όταν το micronaire είναι κάτω από 3,9, αυτό μεταφράζεται ότι η ίνα είναι πάρα πολύ λεπτή και έχει την τάση να μπλέκεται, ενώ αντίθετα όταν είναι πάνω από 4,7 αυτό σημαίνει ότι η ίνα είναι πάρα πολύ χοντρή και δημιουργεί πρόβλημα στην νηματοποίησή της άρα και στην ποιότητα

του νήματος που θα προκύψει (Μπαντής, 2018). Επιπλέον, η ωριμότητα της ίνας αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της, καθώς η ώριμη ίνα διαθέτει πολύ καλύτερη απορροφητικότητα, κάτι που διευκολύνει σημαντικά στη βαφή του νήματος (USDA and Cotton USA, 2018).

1.2.2 Μήκος (Length) και Ομοιομορφία (Uniformity) των ινών

Το μήκος της ίνας του βαμβακιού είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό, το οποίο είναι γενετικό, όμως οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οι συνθήκες του εδάφους μπορούν να επιδράσουν θετικά ή αρνητικά σε αυτό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Το μήκος των ινών του βαμβακιού ανέρχεται στα 16-50 mm, ενώ το βαμβάκι τύπου upland (και οι ελληνικές ποικιλίες) κυμαίνονται από 25-30 mm (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013).

Ως μήκος ίνας μπορεί να οριστεί «το μέσο μήκος μιας δέσμης ινών και όχι μεμονωμένης ίνας» και μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως είναι η λίπανση (συγκεκριμένα το κάλιο), οι ακραίες θερμοκρασίες εξαιτίας των οποίων έχουμε κοντές ίνες, η υγρασία του εδάφους, καθώς επίσης και οι μεταχειρίσεις κατά την εκκόκκιση και τη διαδικασία καθαρισμού της ίνας, κατά τις οποίες όταν η υγρασία της ίνας είναι πολύ χαμηλή οδηγεί στο σπάσιμό της (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Γενικά, το μήκος και η ομοιομορφία της ίνας παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία νηματοποίησης, καθώς σπασμένες ή ανομοιόμορφες ίνες δεν μπορούν να περιστραφούν καλά και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δυσκολία επεξεργασίας της ίνας, τη δημιουργία ανομοιόμορφων νημάτων, χαμηλής ποιότητας νήμα και κακή εμφάνιση του υφάσματος. (USDA and Cotton USA, 2018; Zhou and Xu, 2020).

1.2.3. Κυτίο ή βαθμός (Grade)

Το κυτίο ή βαθμός καθορίζεται από το χρώμα της ίνας, τις ξένες ύλες που μπορεί να υπάρχουν σε αυτή και την ποιότητα του εκκοκκισμού (Λεωνιδάκης, 2016). Υπάρχουν πέντε κατηγορίες χρώματος της ίνας του βαμβακιού, οι οποίες είναι: λευκό, στιχτό, ελαφρά χρωματισμένο, κιτρινισμένο και σταχτί (Λεωνιδάκης, 2016), χρωματισμοί οι οποίοι προκύπτουν λόγω της επίδρασης διαφόρων περιβαλλοντικών συνθηκών στον αγρό. Η λαμπρότητα (lightness), δηλαδή το ποσοστό αντανάκλαστικότητας του φωτός (%Rd) και η κιτρινάδα (yellowness) είναι δύο στοιχεία που προσδιορίζουν το χρώμα της ίνας (USDA and Cotton USA, 2018).

Παράγοντες όπως παρατεταμένες βροχοπτώσεις, μυκητολογικές και εντομολογικές προσβολές στο βαμβάκι μπορούν να χρωματίσουν την ίνα με σταχτί χρώμα, ενώ πολύ υψηλή υγρασία σε αποθηκευμένο βαμβάκι (σύσπορο) μπορούν να προκαλέσουν κιτρινωπό ή στιχτό χρωματισμό στην ίνα του βαμβακιού (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013).

Επιπλέον, το χρώμα της ίνας του βαμβακιού μπορεί να επηρεαστεί από την ύπαρξη ζιζανίων στον αγρό, καθώς επίσης και από τα ίδια του τα φύλλα κατά τη συγκομιδή του, συνήθως όταν δεν έχει προηγηθεί αποφύλλωση. Επιπρόσθετα, το χρώμα που μπορεί να βρεθεί μέσα στο σύσπορο βαμβάκι κατά τη διαδικασία της εκκόκκισης, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το χρώμα της ίνας (USDA and Cotton USA, 2018). Το κυτίο της ίνας μπορεί να βρεθεί από το Διάγραμμα-Χρωματόμετρο Nickerson-Hunter για το upland βαμβάκι.

1.2.4 Αντανακλαστικότητα (RD), Κιτρίνισμα (+b) και Επιμήκυνση (ELG) της ίνας

Ο βαθμός αντανακλαστικότητας της ίνας υποδηλώνει το πόσο λαμπερή ή θαμπή είναι η ίνα, ενώ ο δείκτης κιτρινίσματος δείχνει τη διαβάθμιση του χρωματισμού της ίνας (USDA and Cotton USA, 2018). Επιπλέον, η επιμήκυνση της ίνας, θα πρέπει να είναι υψηλή, καθώς έτσι η ίνα περιστρέφεται καλύτερα, ενώ αντίθετα, όταν η επιμήκυνσή της είναι χαμηλή, τότε η ίνα δεν μπορεί να παραμείνει ακέραια κατά τη διαδικασία της εκκόκκισης και σπάει, με αποτέλεσμα τη μη αποτελεσματική ύφανση του νήματος που προκύπτει από αυτή (Mathangadeera et al., 2020).

1.3. Γενικά - Έκταση της ζημιάς από τα ζιζάνια στην καλλιέργεια βαμβακιού

Τα ζιζάνια σε μια καλλιέργεια μπορούν να προκαλέσουν τεράστια προβλήματα, τόσο στην ίδια την καλλιέργεια και στο τελικό προϊόν, καθώς επίσης και να δυσχεράνουν τις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές. Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα φυτά μιας καλλιέργειας για νερό, χώρο, φως και θρεπτικά στοιχεία, έχοντας σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας και την επίδραση-υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος (Ελευθεροχωρινός, 2014). Επίσης, τα ζιζάνια μπορούν να αποτελέσουν φορείς μυκήτων, βακτηρίων, ιώσεων και ξενιστές εντόμων, καθώς επίσης και να παρεμποδίσουν το φύτεμα των σπόρων (αλληλοπαθητικά ζιζάνια) και να προκαλέσουν την οψίμηση της παραγωγής (Ελευθεροχωρινός, 2014).

Τεράστια μείωση στην απόδοση (της τάξης του 10-70 %) μπορούν να επιφέρουν τα ζιζάνια με την αλληλοπαθητική και ανταγωνιστικής τους ικανότητα σε πολλές καλλιέργειες όπως βαμβάκι, αραβόσιτος, τομάτα, ζαχαρότευτλα, σιτάρι, ηλίανθος, σόγια, ρύζι, πατάτα, ελαιοκράμβη κ.α.. (Ελευθεροχωρινός, 2014).

Συγκεκριμένα, στην καλλιέργεια του βαμβακιού η επίδραση των ζιζανίων μπορεί να φέρει πολλά και σημαντικά αρνητικά αποτελέσματα, όπως μικρά σε μέγεθος καρύδια, δημιουργία μικρών σπόρων, υποβάθμιση της ποιότητας του βαμβακιού, καθώς οι ίνες παραμένουν κοντές, τα φύλλα των ζιζανίων μπορούν να χρωματίσουν την ίνα, τα ξερά φύλλα των ζιζανίων να αυξήσουν το ποσοστό ξένων υλών στο σύσπορο βαμβάκι και η διαδικασία καθαρισμού της ίνας να καθίσταται δυσκολότερη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013) και με μεγαλύτερο κόστος για ένα εκκοκκιστήριο.

Από πείραμα που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σε περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας, βρέθηκε ότι η πιο κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού των ζιζανίων με το βαμβάκι είναι ο πρώτος 1-1,5 μήνας από το φύτευμα του βαμβακιού, (Κόκκινος, 2003), ενώ οι Córtes et al. (2010) έπειτα από πείραμα που εκτέλεσαν σε καλλιέργεια βαμβακιού, βρήκαν ότι η σκίαση που προκαλούσε το ζιζάνιο *Abutilon theophrasti* (αγριοβαμβακιά) είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της ικανότητας χρήσης των θρεπτικών στοιχείων και του νερού από το βαμβάκι, λόγω μείωσης του ηλιακού φωτός που έφτανε στη κόμη της καλλιέργειας.

1.3.1 Καλλιεργητικές μέθοδοι καταπολέμησης ζιζανίων στο βαμβάκι

Η αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά, η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους πριν τη σπορά, ο χρόνος σποράς και η πυκνότητα των βαμβακόφυτων είναι μέτρα καθοριστικά για την εμφάνιση ή μη των ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός, 2014). Επιπρόσθετα, για την αποφυγή εμφάνισης ζιζανίων στην καλλιέργεια βαμβακιού, καθοριστικό ρόλο παίζει η μη εφαρμογή υπερβολικής λίπανσης και άρδευσης του αγρού, καθώς επίσης και η εγκατάσταση μιας ανταγωνιστικής ποικιλίας (Ελευθεροχωρινός, 2014). Επ' ιπλέον καλλιεργητικά μέτρα καταπολέμησης των ζιζανίων είναι η ηλιοαπολύμανση του εδάφους (με την κάλυψη του εδάφους με πλαστικό κάλυμμα) σε περιόδους έντονης ηλιακής ακτινοβολίας, όταν ο αγρός παραμείνει ακαλλιέργητος, η εδαφοκάλυψη με φυτικά υπολείμματα, πριονίδι και

άχυρο για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης κάποιων ζιζανίων, και το τσάπισμα (με την τσάπα) σε συνδυασμό με το βοτάνισμα (με το χέρι) (Ελευθεροχωρινός, 2014).

1.3.2 Χημική καταπολέμηση των ζιζανίων στο βαμβάκι

Η χρήση των ζιζανιοκτόνων θεωρείται ως ο αποτελεσματικότερος τρόπος καταπολέμησης των ζιζανίων στην καλλιέργεια βαμβακιού, καθώς έχουν την δυνατότητα να καταπολεμήσουν πολυετή ζιζάνια (π.χ. αγριάδα), τα ζιζάνια σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού χωρίς την επέμβαση κάποιου μηχανήματος, παρουσιάζουν εκλεκτικότητα στο βαμβάκι και έχουν πολύ γρήγορη δράση. (Ελευθεροχωρινός, 2014).

Η καλλιέργεια βαμβακιού είναι μια καλλιέργεια που η ζιζανιοκτονία είναι καθοριστικής σημασίας, όμως η χρήση των ζιζανιοκτόνων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις συνιστώμενες δόσεις για να μην υπάρξουν αρνητικά αποτελέσματα στην καλλιέργεια. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων θα πρέπει να γίνεται όταν υπάρχουν οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες για κάθε ζιζανιοκτόνο, ενώ ορισμένα από αυτά μπορεί να απομακρυνθούν από το έδαφος μέσω της διαδικασίας της επιφανειακής απορροής ή να καταλήξουν σε υπόγεια ύδατα μέσω της έκπλυσης (Sondhia, 2012).

1.3.3 Ζιζάνια στην καλλιέργεια βαμβακιού

Τα σημαντικότερα ζιζάνια που εμφανίζονται σε μια καλλιέργεια βαμβακιού είναι τα παρακάτω: *Cyperus esculentus* L. (κίτρινη κύπερη), *Cyperus rotundus* L. (πορφυρή κύπερη), *Solanum nigrum* L. (αγριοτομάτα ή στύφνος), *Amaranthus retroflexus* L. (τραχύ βλήτο), *Datura stramonium* L. (τάτουλας), *Convolvulus arvensis* L. (περικοκλάδα), *Cynodon dactylon* (L.) Pers (αγριάδα), *Xanthium strumarium* L. (αγριομελιτζάνα), *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (μουχρίτσα), *Portulaca oleracea* L. (αντράκλα), *Rumex crispus* L. (λάπαθο), *Tribulus terrestris* L. (τριβόλι), *Abutilon theophrasti* Medicus L. (αγριοβαμβακιά), *Xanthium spinosum* L. (ασπράγκαθο), *Sinapis arvensis* L. (άγριο σινάπι) και *Sorghum halepense* L. (βέλιουρας) (Τόλη, 1989).

Παρακάτω αναλύονται πέντε από τα πιο σημαντικά ζιζάνια σε μια καλλιέργεια βαμβακιού

1.3.3.1 Κύπερη (*Cyperus* spp.)

Τα κυριότερα είδη κύπερης που συναντάμε στα χωράφια και μπορούν να ζημιώσουν σημαντικά ορισμένες καλλιέργειες μειώνοντας τη απόδοσή τους, είναι δύο, η κίτρινη κύπερη (*Cyperus esculentus*) και η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus*). Η κύπερη ανήκει στην οικογένεια Cyperaceae και αποτελεί ένα από τα πιο δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια παγκοσμίως σε καλλιέργειες όπως βαμβάκι, αραβόσιτο, καπνός, ηλίανθος, σόγια, ζαχαρότευτλα, καθώς επίσης και σε λαχανοκομικές καλλιέργειες. Οι μεγάλες ζημιές που προκαλούν οφείλονται κυρίως στο γεγονός πως η κύπερη είναι αλληλοπαθητικό ζιζάνιο και αποτελεί ξενιστή πολλών εντόμων.

Η κίτρινη κύπερη είναι ένα πολυετές ζιζάνιο το οποίο πολλαπλασιάζεται με ριζώματα, στόλωνες και κονδύλους (Follak et al., 2016). Η κίτρινη κύπερη φυτρώνει την άνοιξη και ξηραίνεται τον χειμώνα, ενώ το ύψος της κυμαίνεται από 15-60 cm. Τα φύλλα της είναι γραμμικά και μυτερά στην άκρη, το χρώμα τους είναι ανοιχτό πράσινο (Follak et al. 2016), ενώ το μήκος των φύλλων της μπορεί να φτάσει από 70-120 cm (Schippers et al., 1995). Επίσης, ο βλαστός του φυτού είναι τριγωνικός και η ταξιανθία του κίτρινο-καστανή. Την άνοιξη από τους κονδύλους της κύπερης βλαστάνουν ριζώματα και έπειτα σχηματίζεται ένας βολβός, όπου εκεί θα προκύψει ένα νέο φυτό. (Follak et al. 2016). Οι σπόροι της κίτρινης κύπερης έχουν χρώμα σκούρο καφέ ή μαύρο όταν ωριμάζουν και το μήκος τους κυμαίνεται από 1,1-1,6 mm (Follak et al. 2016), ενώ η επιφάνειά τους είναι κοκκώδης (Bojnanský and Fargašová, 2007)

Οι κόνδυλοι της κίτρινης κύπερης μπορούν να επιβιώσουν σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 4°C-22°C (Thomas, 1969). Η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη βλάστηση της κίτρινης κύπερης, την ανάπτυξη των κονδύλων της, καθώς επίσης και την επιβίωσή τους. Η επιβίωση των κονδύλων του ζιζανίου *Cyperus esculentus* εξαρτάται από το μέγεθός τους, καθώς και από το εάν κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι εκτεθειμένοι στις χαμηλές θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους και ανάλογα με το βάθος που βρίσκονται μέσα στο έδαφος. (Follak et al., 2016). Σε μεγάλο βαθμό οι κόνδυλοι είναι πιθανό να μην επιβιώσουν λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας, ενώ σε θερμοκρασία έως και -10°C κόνδυλοι που βρισκόταν στην

επιφάνεια του εδάφους, δεν έχασαν τη βλαστική τους ικανότητα (Follak et al., 2016). Σύμφωνα με τους Lotz et al. (1991) μετά από πειράματα που έγιναν, βρέθηκε ότι ορισμένες καλλιέργειες είναι πολύ ανταγωνιστικές απέναντι στην κίτρινη κύπερη (*Cyperus esculentus*). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι η κίτρινη κύπερη δεν βλάστησε καθόλου σε καλλιέργεια κάνναβης (Lotz et al., 1991). Η πορφυρή κύπερη είναι επίσης πολυετές ποώδες φυτό και έχει παρόμοια μορφολογικά γνωρίσματα με την κίτρινη κύπερη όπως πχ. τριγωνικό βλαστό. Τα σταχύδια όμως της ταξιανθίας της πορφυρής κύπερης έχουν κόκκινο χρώμα (Βασιλάκογλου, 2004).



Εικόνα 1: Κύπερη σε καλλιέργεια βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Η κύπερη (κίτρινη και πορφυρή) μπορεί να καταπολεμηθεί με καλλιεργητικά μέτρα, βιολογικά και χημικά. Συγκεκριμένα, τα καλλιεργητικά μέτρα που μπορούν να μειώσουν τους πληθυσμούς της κύπερης είναι τα βαθιά οργώματα τον χειμώνα και το καλοκαίρι, προκειμένου να φέρουμε στην επιφάνεια τους κόνδυλοι της κύπερης και να καταστραφούν από το ψύχος και την αυξημένη θερμοκρασία, αντίστοιχα. Οι Johnson III et al. (2007) σε πείραμά τους έβγαλαν το συμπέρασμα ότι η άροση ενός χωραφιού πέντε φορές καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού μείωσε σε μεγάλο βαθμό την εμφάνιση της κίτρινης κύπερης την επόμενη χρονιά στην καλλιέργεια γλυκού καλαμποκιού. Επιπλέον, η αμειψισπορά με σιτηρά, λόγω μεγάλης και γρήγορης

σκίασης του εδάφους, είναι επίσης, ένα από τα πιο αποτελεσματικά καλλιεργητικά μέτρα για την μείωση της εμφάνισης της κύπερης σε καλλιέργειες όπως βαμβάκι, καπνός κ.α. (Johnson III et al., 2007).

Το ζιζάνιο κύπερη (κίτρινη και πορφυρή κύπερη) μπορεί να καταπολεμηθεί χημικά, όμως η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται ο κόνδυλος του ζιζανίου, όσο και από τη δυνατότητα μετακίνησης της δραστικής ουσίας στο σημείο-στόχο και τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επικρατούν. Ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στις χημικές ομάδες σουλφονυλουρίες και γλυκίνες (πχ. glyphosate) θεωρούνται αποτελεσματικά για τον έλεγχο της κίτρινης και πορφυρής κύπερης (Edenfield, 2005; Follak et al., 2016)

1.3.3.2 Στύφνος ή αγριοτομάτα (*Solanum nigrum* L.)

Οικογένεια: Solanaceae

Γένος: *Solanum*

Είδος: *nigrum*

Το ζιζάνιο *Solanum nigrum* έχει αποδειχθεί ότι δημιουργεί τεράστια προβλήματα σε πολλές καλλιέργειες, μειώνοντας σημαντικά την απόδοσή τους. Η αγριοτομάτα θεωρείται ένα από τα πιο δυσκολοεξόντωτα ανοιξιότικα πλατύφυλλα ζιζάνια. Μορφολογικά το ζιζάνιο *Solanum nigrum* διαθέτει στέλεχος τριχωτό και διακλαδιζόμενο (Edmonds and Chweya, 1997). Τα φύλλα του είναι απλά και εναλλάξ, ωοειδή, περιφερειακά κυματοειδή, με μίσχο, τριχωτά και το χρώμα τους κυμαίνεται από ανοιχτό έως σκούρο πράσινο (Edmonds and Chweya, 1997). Τα άνθη της αγριοτομάτας είναι λευκά και οι καρποί της (ράγα) έχουν σχήμα σφαιρικός, 6-10 μαζί χρώματος πράσινου και αργότερα κατά την ωρίμανση μαύρου ή μωβ (Edmonds and Chweya, 1997). Οι σπόροι του είναι μικροί, διαμέτρου από 0,75-2,5 mm, πεπλατυσμένοι και το χρώμα τους κυμαίνεται από κίτρινο έως και καφέ (Edmonds and Chweya, 1997).

Το ζιζάνιο *Solanum nigrum* έχει τεράστια εξάπλωση σε όλες τις ηπείρους του κόσμου και οι καλλιέργειες στις οποίες έχει καταγραφεί ότι προκαλεί τεράστιες ζημιές είναι το βαμβάκι, ο αραβόσιτος, τα δημητριακά, ο ηλίανθος, ο καπνός, το σόργο, τα ζαχαρότευτλα, το αμπέλι, το τσάι, καθώς επίσης και σε λαχανοκομικές καλλιέργειες όπως τομάτα, σκόρδο, φασόλι, κρεμμύδι (Edmonds and Chweya, 1997) και μελιτζάνα (Din et al., 2010). Επίσης, η αγριοτομάτα περιέχει κάποια αλκαλοειδή, όπως, τη

σολανίνη, η οποία καθιστά τους καρπούς της δηλητηριώδεις (Din et al., 2010). Αν και η χρήση των φυτών υπερσυσσωρευτών είναι μια φιλική προς το περιβάλλον διαχείριση ενός εδάφους με βαρέα μέταλλα, τα φυτά αυτά μπορεί να είναι σημαντικά ζιζάνια μιας καλλιέργειας, με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών. (Huang et al., 2020). Το κάδμιο (Cd) είναι τοξικό για τα φυτά, καθώς προκαλεί μηχανικές βλάβες σε αυτά, αυξάνει το οξειδωτικό στρες και προκαλεί αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (Huang et al., 2020). Το ζιζάνιο *Solanum nigrum* στο στάδιο της ανθοφορίας του, καθώς επίσης και όταν βρίσκεται σε ώριμο στάδιο, μπορεί να συλλέξει Cd σε συγκέντρωση 83,1% και 85,5%, αντίστοιχα, στα φύλλα και στα στελέχη του (Wei et al., 2006).



Εικόνα 2: Αγριοτομάτα ή στύφνος σε καλλιέργεια βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τις θερμοκρασίες που οι σπόροι της αγριοτομάτας βλαστάνουν, προκειμένου να κάνουμε έγκαιρη διαχείριση του ζιζανίου. Από πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Taab et al. (2009) βρέθηκε ότι οι σπόροι του *Solanum nigrum* ξεκίνησαν να βγαίνουν από τον λήθαργο όταν η θερμοκρασία αποθήκευσής τους κυμαίνονταν από 4,5-18,6°C, ενώ η βλάστησή τους ξεκίνησε από τους 18-34°C, με τη μεγαλύτερη βλάστηση να παρουσιάζεται μεταξύ 26°C και 30°C.

Μηχανικά, ο στύφνος μπορεί να αντιμετωπιστεί με σκαλίσματα, φρεζαρίσματα και οργώματα, ενώ αποτελεσματική είναι και η αμειψισπορά με σιτηρά, για τη μείωση του

πληθυσμού του στύφνου σε καλλιέργεια βαμβακιού. Η χημική καταπολέμηση της αγριοτομάτας στην καλλιέργεια βαμβακιού μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση των παρακάτω χημικών ομάδων (δραστικών ουσιών): χλωροακεταμίδια (S-metolachlor), δινιτροανιλίνες (pendimethalin, benfluralin), παράγωγα Ουρίας (fluometuron), χλωροτριαζίνες (terbuthylazine).

1.3.3.3 Βέλιουρας (*Sorghum halepense* L.)

Οικογένεια: Poaceae

Γένος: *Sorghum*

Είδος: *halepense*

Το φυτό βέλιουρας αποτελεί ένα δυσκολοεξόντωτο ζιζάνιο και κατατάσσεται ανάμεσα στα 10 χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο (Monaghan, 1997). Ο βέλιουρας είναι ένα πολυετές φυτό που φύεται σε όλο τον κόσμο, κυρίως σε θερμές περιοχές, ενώ είναι εγγενές σε μεσογειακές χώρες (Horowitz, 1973). Μορφολογικά, το ζιζάνιο *Sorghum halepense* διαθέτει ψηλό και όρθιο στέλεχος, τα φύλλα του είναι μεγάλα και μακριά, λεπτά, περιφερειακά πριονωτά, με την κεντρική νεύρωση να είναι έντονη και η ταξιανθία του είναι φόβη, τα άνθη είναι μικρά από 4,5-6 mm και φύονται σε ζεύγη, ενώ οι καρποί που παράγονται έχουν χρώμα κόκκινο-καφέ (Peerzada et al., 2017).

Ο πολλαπλασιασμός του βέλιουρα μπορεί να γίνει με ριζώματα, αλλά και με σπόρο, ενώ η ανάπτυξη του φυλλώματός του ενώ στην αρχή είναι αργή, αλλά μετά τον σχηματισμό του ριζικού συστήματος είναι πολύ μεγάλη (Monaghan, 1979). Επίσης, από ένα φυτό μπορούν να παραχθούν 28.000 σπόροι, ενώ σύμφωνα με τον Monaghan (1979) σε ελαφρύτερα εδάφη τα ριζώματα του *Sorghum halepense* πολλαπλασιάζονται γρηγορότερα. Επιπλέον, ο βέλιουρας είναι αλληλοπαθητικό φυτό και μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη του βαμβακιού, του αραβόσιτου και του σιταριού με τις αλληλοπαθητικές ουσίες που διαθέτει (Monaghan, 1979).

Η ελάχιστη θερμοκρασία που μπορεί να αναπτύξει τις ρίζες του ο βέλιουρας είναι μεταξύ 15-20 °C (Monaghan, 1979). Το φθινόπωρο τα ριζώματα του βέλιουρα αδρανοποιούνται και στον παγετό το φυτό καταστρέφεται, ενώ επιπλέον βρέθηκε ότι η καταστροφή των ριζωμάτων του βέλιουρα ήταν πιο γρήγορη όταν η θερμοκρασία κυμαίνονταν από -3-5°C (Monaghan, 1979).



Εικόνα 3: Βέλιουρας σε καλλιέργεια βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Γενικά, ο βέλιουρας προτιμά υγρές και ζεστές περιοχές, δηλαδή εύκρατα και υποτροπικά κλίματα (Peerzada et al., 2017). Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξής του βέλιουρα είναι στους 32°C, στους 40°C έχει διαπιστωθεί η ελάχιστη ανάπτυξή του, ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης του φυτού είναι οι -10°C (Peerzada et al., 2017). Οι σπόροι του βέλιουρα μπορούν να διατηρήσουν τη βλαστική τους ικανότητα έως και 25 χρόνια, ενώ η ωρίμανσή τους γίνεται σε διάρκεια 4-5 μηνών (Peerzada et al., 2017). Επιπλέον, οι σπόροι του *Sorghum halepense* βγαίνουν από τον λήθαργο όταν τα τοιχώματα του σπόρου καταστραφούν μηχανικά ή μικροβιακά, λόγω του σκληρού και αδιαπέραστου τοιχώματος που διαθέτουν (Peerzada et al., 2017).

Οι καλλιέργειες στις οποίες ο βέλιουρας μπορεί να προκαλέσει μεγάλη μείωση στην απόδοσή τους είναι το βαμβάκι (70%), ο αραβόσιτος (88-100%), η σόγια (59-88%), το ζαχαροκάλαμο (πάνω από 69%), καθώς και στο σιτάρι, σε λαχανοκομικές καλλιέργειες και σε δέντρα. (Peerzada et al., 2017). Επιπρόσθετα, η βόσκηση του βέλιουρα από βοοειδή, άλογα και πρόβατα μπορεί να προκαλέσει επιβλαβείς επιδράσεις στον οργανισμό τους, λόγω του κυανίου που διαθέτει σε υψηλή συγκέντρωση (Peerzada et al., 2017).

Ο βέλιουρας μπορεί να καταπολεμηθεί με τα κατάλληλα μέτρα, μηχανικά, βιολογικά και χημικά. Η εναλλαγή των καλλιεργειών, καθώς και η πρόωγη σπορά του βαμβακιού θεωρούνται αποτελεσματικά καλλιεργητικά μέτρα για τη μείωση της παραγωγής σπόρων του βέλιουρα, καθώς επίσης και των ριζωμάτων του (Peerzada et al., 2017). Μηχανικά, το ζιζάνιο *Sorghum halepense* μπορεί να μειώσει την εμφάνισή

του, με θερινά οργώματα, συνεχή κοπή (για αποφυγή δημιουργίας σπόρων) ή συλλογή των εναπομεινάντων ριζωμάτων (σε μικρή έκταση καλλιέργειας) (Peerzada et al., 2017).

Σύμφωνα με τους Peerzada et al. (2017) οι χημικές ομάδες και οι δραστικές ουσίες που μπορούν να καταπολεμήσουν τον βέλιουρα σε μια καλλιέργεια βαμβακιού είναι οι δινιτροανιλίνες (pendimethalin), τα παράγωγα ουρίας (fluometuron), οι κυκλοεξανεδιόνες (cycloxydim, clethodim) και τα αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκά οξέα (quizalofop-p-tefuryl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl), ενώ ο βέλιουρας παρουσιάζει σε ορισμένες περιοχές ανθεκτικότητα στο glyphosate (Peerzada et al., 2017).

1.3.3.4 Τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.)

Οικογένεια: *Amaranthaceae*

Γένος: *Amaranthus*

Είδος: *retroflexus*

Το φυτό *Amaranthus retroflexus* είναι ένα ετήσιο, ανοιζιάτικο, πλατύφυλλο φυτό που αποτελεί ζιζάνιο για πολλές καλλιέργειες, όπως βαμβάκι, καλαμπόκι, σόγια, λαχανοκομικά είδη κ.α. Το τραχύ βλήτο παρουσιάζει μεγάλη εξάπλωση σε όλο τον κόσμο, και κυρίως σε εύκρατες και τροπικές περιοχές (Amoli et al., 2009).

Μορφολογικά το ζιζάνιο *Amaranthus retroflexus* διαθέτει βλαστό όρθιο, πράσινο με μωβ ρίγες (ορισμένες φορές), διακλαδιζόμενο, που μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και 1m (Costea et al., 2003; Hong Kong Baptist University, 2007). Τα άνθη του τραχύ βλήτου είναι πρασινωπά, μικρά και φύονται πολλά μαζί σε συστάδες, ενώ ο καρπός του είναι κάψα και ο σπόρος του καφέ έως μαύρος, μικρός (διαμέτρου 1 mm) και σφαιρικός, κάτι που τον καθιστά εύκολο στη διασπορά του κυρίως μέσω του νερού, των πουλιών και των ζώων, και λιγότερο με τον άνεμο (Costea et al. 2003; Hong Kong Baptist University 2007). Τα φύλλα του τραχύ βλήτου είναι πρασινωπά με βελούδινη υφή, ενώ οι κοτυληδόνες του στην κάτω επιφάνειά τους έχουν χρώμα κόκκινο έως μωβ. Το είδος *Amaranthus retroflexus* ανθίζει τον Ιούλιο-Αύγουστο, ενώ τους μήνες Αύγουστο-Σεπτέμβριο σχηματίζονται οι καρποί του (Hong Kong Baptist University, 2007). Οι σπόροι διαθέτουν ένα περίβλημα λεπτό, αλλά αδιαπέραστο και μεταξύ των στρωμάτων που υπάρχουν χώροι με αέρα που δίνουν την ικανότητα στους σπόρους να επιπλέουν (Costea et al., 2003).



Εικόνα 4: Φυτό βλήτου σε καλλιέργεια βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Ένα φυτό τραχύ βλήτου μπορεί να παράξει από 200-100,000 σπόρους (ανάλογα την παρουσία ή την απουσία καλλιέργειας) και οι σπόροι μπορούν να διατηρήσουν την βλαστική τους ικανότητα μέσα στο έδαφος από 6-10 χρόνια, ανάλογα, όμως, το βάθος στο οποίο βρίσκονται (Costea et al., 2003). Επιπλέον, το τραχύ βλήτο αποτελεί ξενιστή πολλών μυκήτων που βλάπτουν την καλλιέργεια τομάτας και ζαχαρότευτλων, καθώς και παρασιτικών ζιζανίων, όπως *Orobanche ramosa* L., *Cuscuta gronovii* Willd και *Cuscuta campestris* Yuncker. (Costea et al., 2003).

Έχει αποδειχθεί ότι η ταυτόχρονη ανάπτυξη του *Amaranthus retroflexus* με το καλαμπόκι ή την σόγια, μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσής τους έως και 5%, στα ζαχαρότευτλα 12% και στην πατάτα από 22-33% (Costea et al., 2003). Επίσης, σε καλλιέργεια μηδικής (*Medicago sativa* L.) η εμφάνιση των ζιζανίων *Amaranthus retroflexus* και *Amaranthus powellii*, κατάφερε να μειώσει την απόδοση της μηδικής έως και 42% (Costea et al., 2003). Επιπρόσθετα, από πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια βαμβακιού, βρέθηκε ότι το τραχύ βλήτο μπορεί να επιφέρει μείωση στην απόδοση του σπόρου του βαμβακιού έως και 50% (Ma et al., 2015). Το τραχύ βλήτο ως αλληλοπαθητικό ζιζάνιο, έχει αποδειχθεί ότι τα υπολείμματά του (αποξηραμένα) μπορούν να μειώσουν την απόδοση και το ύψος του σιταριού (*Triticum aestivum* L.) (Costea et al., 2003).



Εικόνα 5: Κάτω επιφάνεια των φύλλων του βλήτου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Σε καλλιέργεια βαμβακιού το τραχύ βλήτο μπορεί να καταπολεμηθεί χημικά με τις παρακάτω χημικές ομάδες και δραστικές ουσίες: παράγωγα ουρίας (fluometuron), δινιτροανιλίνες (pendimethalin), τριαζίνες (terbuthylazine). Επίσης, σε διάφορες περιοχές των ΗΠΑ έχει παρατηρηθεί ανθεκτικότητα του *Amaranthusretroflexus* σε δραστικές ουσίες όπως atrazine, imazethapyr, thifensulfuron και linuron (Costea et al., 2003).

1.3.3.5 Τάτουλας (*Datura stramonium* L.)

Οικογένεια: Solanaceae

Γένος: *Datura*

Είδος: *stramonium*

Το φυτό *Datura stramonium* αποτελεί ετήσιο ζιζάνιο πολλών καλλιεργειών όπως βαμβάκι, καπνό, αραβόσιτο, ζαχαρότευτλα, τομάτα, πατάτες κ.α. και αποτελεί, επίσης, ξενιστή αρκετών εντόμων και μυκήτων (Weaver et al., 1984). Ο τάτουλας φύεται σε θερμές περιοχές σε όλο τον πλανήτη και σε γόνιμα εδάφη.



Εικόνα 6: Τάτουλας σε καλλιέργεια βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Μορφολογικά, ο τάτουλας διαθέτει όρθιο, πράσινο, διακλαδιζόμενο βλαστό, που μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και τα 200 cm και οι κοτυληδόνες του είναι μυτερές, μήκους 2-4 cm, ενώ αργότερα τα φύλλα του είναι ωοειδή, με οδοντωτή περιφέρεια, σκούρου πράσινου χρώματος, ενώ διαθέτουν και μια χαρακτηριστική οσμή (Weaver et al., 1984).

Τα άνθη του τάτουλα είναι λευκά και φύονται στις μασχάλες του φυτού, ο καρπός του είναι ωοειδής, κάψα και αγκαθωτός, ενώ ο σπόρος του είναι νεφροειδής, με ανώμαλη επιφάνεια, μήκους 3-4 mm και χρώματος από σκούρο καφέ έως μαύρο (Weaver et al., 1984)

Το ζιζάνιο *Datura stramonium* διαθέτει αλκαλοειδή όπως η ατροπίνη και η σκοπαλαμίνη που αρχίζουν να παράγονται στο ριζικό του σύστημα 18 ημέρες μετά τη βλάστησή του και έπειτα μεταφέρονται στα φύλλα, στον ιστό και στους σπόρους και μπορούν να προκαλέσουν δηλητηρίαση σε ανθρώπους και ζώα (Glatstein et al., 2016; Weaver et al., 1984).

Η αναπαραγωγή του τάτουλα γίνεται με σπόρους, οι οποίοι βλαστάνουν από μέσα Μαΐου έως και μέσα Ιουνίου και άνθηση πραγματοποιείται μέσα Ιουλίου (Weaver et al., 1984). Επίσης, μια κάψα ενός τάτουλα μπορεί να περιέχει από 600-700 σπόρους, ενώ ένα φυτό μπορεί να παράξει πάνω από 30,000 σπόρους (Weaver et al., 1984).

Η καταπολέμηση του τάτουλα σε μια καλλιέργεια βαμβακιού μπορεί να γίνει με ορισμένες καλλιεργητικές εργασίες, όπως το φθινοπωρινό όργωμα, καθώς οι σπόροι του τάτουλα που θα βρεθούν στην επιφάνεια του εδάφους δεν μπορούν να επιβιώσουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και χημικά με επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα, όπου η εφαρμογή τους δεν θα ξεπερνά το στάδιο του 6^{ου} – 9^{ου} φύλλου του τάτουλα, καθώς δεν θα είναι αποτελεσματικές (Weaver et al., 1984).

1.4. Ζιζανιοκτόνα στην καλλιέργεια βαμβακιού

Λόγω του μεγάλου αριθμού ζιζανίων που διαθέτει μια καλλιέργεια βαμβακιού, έχουν ανακαλυφθεί πολλά ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμησή τους. Ενδεικτικά, κάποια από αυτά (δραστικές ουσίες), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και για την διεξαγωγή του πειράματος, παρουσιάζονται παρακάτω.

1.4.1 S-metolachlor

Το S-metolachlor είναι μια δραστική ουσία που ανήκει στην χημική ομάδα των χλωροακεταμιδίων και ο μηχανισμός δράσης του είναι η παρεμπόδιση της κυτταρικής διαίρεσης. Το metolachlor εφαρμόστηκε πρώτη φορά στον αγρό το 1976, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται το S-metolachlor, όπου το s-εναντιομερές που διαθέτει έχει μεγαλύτερη ζιζανιοκτόνο δράση (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Τα σκευάσματα του S-metolachlor διαθέτουν κάποιες αντιφυτοτοξικές ενώσεις (για αύξηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων), εμφανίζονται με την ονομασία του σκευάσματος και την προσθήκη του λατινικού αριθμού II. (Butts et al., 2019).

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πέντε διαφορετικά εδάφη στον αγρό και σε θερμοκήπιο στο Κολοράντο, βρέθηκε ότι το S-metolachlor παρουσιάζει μεγαλύτερη δραστηριότητα κατά 1,4-3 φορές στην καταπολέμηση του ζιζανίου *Echinichloa crus-galli* (μουχρίτσα) (Shaner et al., 2006). Το S-metolachlor εφαρμόζεται ως προσπαρτικό ή προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων. Κάποια από τα μονοκότυλα ζιζάνια που καταπολέμα είναι η κύπερη, η σετάρια, η μουχρίτσα, το αιματόχορτο και η ήρα, ενώ τα πλατύφυλλα ζιζάνια που καταπολεμά είναι κυρίως καψέλλα, το τραχύ βλήτο, η λουβουδιά και η αγριοτομάτα (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017).

Το S-metolachlor εφαρμόζεται σε καλλιέργεια βαμβακιού, καλαμποκιού, ηλίανθου, σόργου, ζαχαρότευτλων, σόγιας, πατάτας, αραχίδας, καθώς επίσης και σε καλλιέργεια υπαίθριας τομάτας (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017).

Σύμφωνα με τους Zemolin et al. (2014) από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί βρέθηκε ότι η δραστική ουσία S-metolachlor απορροφάτε σε μεγαλύτερο βαθμό από εδάφη που είναι πλούσια σε οργανική ύλη, ενώ ο βαθμός έκπλυσής του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό την ένταση της βροχόπτωσης και το πορώδες του εδάφους. Επίσης, όσον αφορά την πτητικοποίηση του S-metolachlor οι Prueger et al. (2005) έπειτα από πειράματα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το S-metolachlor παρουσίαζε μεγαλύτερη πτητικοποίηση την ημέρα και σε υγρές και θερμές συνθήκες εδάφους, απ' ό,τι την νύχτα και σε ξηρό και δροσερό έδαφος, αντίστοιχα. Οι κύριες διεργασίες αποικοδόμησης του S-metolachlor είναι η μικροβιακή αποδόμηση και η φωτόλυση. Μύκητες και βακτήρια μπορούν να αποικοδομήσουν το s-metolachlor και οι μεταβολίτες που σχηματίζονται είναι το αιθανοσουλφονικό οξύ και το οξανιλικό οξύ, η τοξικότητα των οποίων είναι μικρότερη από αυτή του S-metolachlor και η αποικοδόμησή τους πιο εύκολη (Zemolin et al., 2014). Η φωτόλυση του s-metolachlor συμβαίνει κυρίως όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και σε ημέρες ξηρασίας, ενώ ο χρόνος ημιζωής του στο έδαφος είναι από 2,5-289 ημέρες (Zemolin et al., 2014).

Από πείραμα που πραγματοποίησαν οι Iqbal και Cheema (2008) σε καλλιέργεια βαμβακιού κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή εκχυλίσματος σόργου (*Sorghum bicolor* L.) σε συνδυασμό με την εφαρμογή του 1/2 ή 1/3 της συνιστώμενης δόσης της δραστικής ουσίας S-metolachlor, κατάφερε να μειώσει την εμφάνιση της πορφυρής κύπερης (*Cyperus rotundus* L.) από 62-92% και το ξηρό της βάρος από 75-88%, συμπέρασμα που μπορεί να συμβάλλει στη μείωση του κόστους ζιζανιοκτονίας στο βαμβάκι, καθώς επίσης και στην μείωση της ρύπανσης από την εφαρμογή συνθετικών ζιζανιοκτόνων.

Η δραστική ουσία S-metolachlor χρησιμοποιείται ως ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ορισμένων ζιζανίων που εμφανίζονται και σε μια βαμβακοκαλλιέργεια, όπως, *Amaranthus* sp. (βλήτο), *Capsella bursa-pastoris* (καψέλλα), *Solanum nigrum* (αγριοτομάτα), *Fumaria* sp. (καπνόχορτο), *Echinochloa crus-galli* (μουχρίτσα), *Portulaca oleracea* (γλυστρίδα), *Lolium* sp. (ήρα), *Marticaire sp.* (μαργαρίτα), *Setaria* sp. (σετάρια), *Digitaria* sp. (αιματόχορτο) (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017; ΥΠΑΑΤ, 2021). Ζιζάνια όπως το *Amaranthus palmeri* και το *Amaranthus tuberculatus* έχει

βρεθεί ότι έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στη δραστική ουσία S-metolachlor (Barbham et al., 2019; International Herbicide-Resistant Weed Database, 2021).

1.4.2 Fluometuron

Η δραστική ουσία fluometuron ανήκει στην χημική ομάδα των παράγωγων ουρίας και ο μηχανισμός δράσης της είναι ως παρεμποδιστής του φωτοσυστήματος I (PS II), δηλαδή την παρεμπόδιση μεταφοράς ηλεκτρονίων στο φωτοχημικό κέντρο του φωτοσυστήματος II, που έχει ως συνέπεια την απουσία της αναγωγικής δύναμης NADPH και άρα την νέκρωση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Τα πρώτα συμπτώματα της μη σωστής λειτουργίας του PS II είναι τα χλωρωτικά φύλλα και το αποτέλεσμα αυτής της δυσλειτουργίας είναι η νέκρωση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Η δραστική ουσία fluometuron πρωτοεμφανίστηκε την δεκαετία του '70 και αποτελεί διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο κυρίου του βαμβακιού, του ζαχαροκάλαμου αλλά και του σουσαμιού (ΥΠΑΑΤ, 2021) και εφαρμόζεται προσπαρτικά ή προφυτρωτικά με ενσωμάτωση, αλλά και μεταφυτρωτικά όταν τα ζιζάνια δεν έχουν αναπτυχθεί πολύ και το βαμβάκι βρίσκεται στα 8-15 cm ύψος. (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το fluometuron χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων, ενώ δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε ελαφρά εδάφη, λόγω του μεγάλου βαθμού έκπλυσής του (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το fluometuron κινείται στο φυτό μέσω της αποπ्लाστικής οδού και απορροφάται από τα ζιζάνια μέσω του φυλλώματός τους και έπειτα μεταφέρεται και στα υπόλοιπα τμήματα του φυτού, είτε μέσω των ριζών, όταν το fluometuron βρίσκεται στο έδαφος (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017).

Η αποδόμηση του fluometuron γίνεται μικροβιακά και συγκεκριμένα από μύκητες του γένους *Rhizoctonia*, *Asperillus* και *Penicillium*, καθώς επίσης και από τα βακτήρια του γένους *Bacillus*, *Pseudomonas* και *Xanthomonas* (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017; Rickard and Camper, 1978). Ο χρόνος ημιζωής του fluometuron στο έδαφος είναι από 10-171 ημέρες (National Library of Medicine, 2021), ενώ οι μεταβολίτες που προκύπτουν με την απομεθυλίωσή του είναι οι demethylfluometuron και trifluoromethylphenylurea, ενώ με υδρόλυση το trifluoro-methylaniline (Locke et al., 2007; PPDB, 2021). Επίσης, το fluometuron είναι πολύ τοξικό για τα θηλαστικά. (PPDB, 2021).

Το fluometuron χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια του βαμβακιού για την καταπολέμηση των ζιζανίων *Echinochloa crus-galli* (μουχρίτσα), *Datura stramonium* (τάτουλας), *Solanum nigrum* (αγριοτομάτα), *Portulaca oleracea* (αντράκλα), *Xanthium strumarium* (αγριομελιτζάνα), *Senecia vulgaris* (μαρτιάκος), *Amaranthus sp.* (βλήτο), *Abutilon theophrasti* (αγριοβαμβακιά), *Sinapis arvensis* (άγριο σινάπι), *Tribulus terrestris* (τριβόλι), *Chenopodium spp.* (λουβουδιά), *Sonchus sp.* (ζωχός), *Rumex spp.* (λάπαθο), *Matricaria recutita* (μαργαρίτα), *Polygonum aviculare* (πολυκόμμι) (ΥΠΑΑΤ, 2021).

1.4.3 Pendimethalin

Η δραστική ουσία pendimethalin ανήκει στην χημική ομάδα των δινιτροανιλίνων με μηχανισμό δράσης την παρεμπόδιση της διαίρεσης των κυττάρων και συγκεκριμένα την παρεμπόδιση του πολυμερισμού της τουμπουλίνης (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Επίσης, το pendimethalin μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια καπνού ως παρεμποδιστής για την έκπτυξη μασχालιαίων οφθαλμών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το pendimethalin χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετησίων πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων σε καλλιέργεια βαμβακιού, αραβόσιτου, σόγιας, ηλιάνθου, σόργου, ρυζιού, αραχίδας, τομάτας, σιτηρών, λούπινου, καρότου, φασολιού, βολβοδών λαχανικών, καθώς επίσης και σε οπωρώνες πυρηνόκαρπων, μηλοειδών και εσπεριδοειδών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017; PPDB, 2021). Το pendimethalin απορροφάται από τα ζιζάνια μέσω του ριζικού τους συστήματος και των φύλλων του, ενώ η εφαρμογή του είναι προσπαρτική, προφυτρωτική (με απαραίτητη την άρδευση αργότερα), νωρίς μεταφυτρωτική και πριν τη μεταφύτευση (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017; PPDB, 2021). Από άποψη τοξικότητας, το pendimethalin είναι πολύ τοξικό για τα ψάρια (PPDB, 2021).

Η δραστική ουσία pendimethalin μπορεί να υποστεί μικροβιακή αποδόμηση και φωτόλυση, παρουσιάζει πολύ χαμηλή πτητικότητα και διαλυτότητα στο νερό, ενώ η σταθερότητά της στο έδαφος εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, το είδος της καλλιέργειας, τις καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται και τις συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας του εδάφους (Tsiropoulos και Miliadis, 1998; Sondhia, 2012; PPDB, 2021). Η εμμονή του pendimethalin στο έδαφος είναι μεγαλύτερη σε αργιλώδη εδάφη και όταν ενσωματώνεται στο έδαφος, έχει βρεθεί ότι στους 30 °C ο χρόνος ημιζωής του είναι 98 ημέρες (Sondhia, 2012), ενώ σε πειράματα που δεν έγινε ενσωμάτωση του pendimethalin, ο χρόνος ημιζωής σε καλλιέργεια κρεμμυδιού ήταν

37 ημέρες με τη χαμηλότερη συνιστώμενη δόση και 39 ημέρες με την μεγαλύτερη συνιστώμενη δόση, κάτι που υποδηλώνει ότι ο ρυθμός με τον οποίο αποικοδομείται το perndimethalin δεν εξαρτάται από τη δόση που θα εφαρμοστεί (Tsiropoulos και Miliadis, 1998). Επίσης, σύμφωνα με την Sondhia (2012) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια ρεβιθιού για την εύρεση υπολειμμάτων έπειτα από την εφαρμογή του pendimethalin, βρέθηκε ότι στα ώριμα ρεβίθια υπάρχουν περισσότερα υπολείμματα pendimethalin απ' ό,τι στην επιφάνεια του εδάφους.

Ορισμένα ζιζάνια που υπάρχουν σε μια καλλιέργεια βαμβακιού και που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στη δραστική ουσία pendimethalin είναι το *Sorghum halepense* και το *Echinochloa crus-galli*. (International Herbicide-Resistant Weed Database, 2021).

1.4.4 Terbuthylazine

Το terbuthylazine είναι μια δραστική ουσία που έχει ζιζανιοκτόνο δράση, ανήκει στην χημική ομάδα των τριαζινών, στην υποομάδα των χλωροτριαζινών και δρα ως παρεμποδιστής του φωτοσυστήματος II (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το terbuthylazine χρησιμοποιείται προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων σε μεγάλες καλλιέργειες, σε ψυχανθή, αμπελώνες, ελαιώνες και οπωρώνες μηλοειδών και εσπεριδοειδών. (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017;PPDB, 2021).

Ωστόσο, έχει αναπτυχθεί ανθεκτικότητα του terbuthylazine από ορισμένα ζιζάνια, όπως *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Senecio vulgaris* και *Polygonum lapathifolium* (International Herbicide-Resistant Weed Database, 2021) Όσον αφορά την εφαρμογή του, το terbuthylazine εφαρμόζεται στο έδαφος και η απορρόφησή του από τα ζιζάνια γίνεται από το ριζικό του σύστημα (Cañero et al., 2011). Το terbuthylazine παρουσιάζει μεγάλη τοξικότητα σε θηλαστικά (PPDB, 2021) και ο χρόνος ημιζωής του από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τον Bowman (1989) είναι από 14-42 ημέρες. Η έκπλυση του ζιζανιοκτόνου terbuthylazine στο έδαφος εξαρτάται από την οργανική ύλη του εδάφους και από την ποσότητα που θα εφαρμοστεί στο έδαφος (Toiber-Yasure et al., 1999). Από πείραμα που πραγματοποιήθηκε από το Flury et al. (1995) σε αργιλώδες και αμμώδες έδαφος, βρέθηκε ότι μια πολύ μικρή ποσότητα (<1%) terbuthylazine της αρχικής εκπλύθηκε κάτω από τα 0,5 m βάθος (η υπόλοιπη ποσότητα παρέμεινε στα 9cm) στο αργιλώδες

έδαφος, ενώ στο αμμώδες έδαφος η κινητικότητα του ήταν μικρότερη, στα 0,4 m βάθος.

1.4.5 Trifloxysulfuron

Η δραστική ουσία trifloxysulfuron ανήκει στην χημική ομάδα των σουλφονυλουριών και ο μηχανισμός δράσης τους είναι η παρεμπόδιση βιοσύνθεσης αμινοξέων και συγκεκριμένα της ομάδας του πυροσταφυλικού (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Ειδικότερα, παρεμποδίζεται η σύνθεση νουκλεϊκών οξέων και αμινοξέων, στη συνέχεια αναστέλλεται η διαίρεση των κυττάρων και έπειτα παρατηρούνται, στα φυτά, συμπτώματα όπως χλώρωση, περιορισμός της αύξησης των φυτών και μετά από κάποιες βδομάδες (μία έως τρεις) επέρχεται τελικά η νέκρωση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το trifloxysulfuron εισέρχεται στο εσωτερικό των φυτών μέσω της απορρόφησής του από το ριζικό τους σύστημα, από τα φύλλα και τους βλαστούς τους, ενώ η εφαρμογή του γίνεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργεια βαμβακιού για την καταπολέμηση πλατύφυλλων και μονοκότυλων ζιζανίων όπως της *Cyperus esculentus* (κίτρινη κύπερη), της *Cyperus rotundus* (πορφυρή κύπερη), του *Abutilon theophrasti* (αγριοβαμβακιά) και άλλα ζιζάνια όπως τα *Euphorbia* spp. Και *Xanthium* spp. (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017; ΥΠΑΑΤ, 2021). Η συγκεκριμένη ουσία πολύ τοξική για τις μέλισσες και τους γαιοσκώληκες και όχι τόσο για τα ψάρια και τα θηλαστικά (PPDB, 2021). Το trifloxysulfuron, καθώς και όλα τα ζιζανιοκτόνα της ομάδας των σουλφονυλουριών, εφαρμόζονται σε πολύ μικρές δόσεις της τάξεως των 1-2 g δραστικής ουσίας ανά στρέμμα και η παραμονή τους στο έδαφος είναι μεγάλη, συνήθως από ένα χρόνο και πάνω), κάτι όμως που εξαρτάται από την θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους, το pH του εδάφους, καθώς επίσης και από τη δόση που θα εφαρμοστεί. (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Η κύρια μορφή χημικής διάσπασης του trifloxysulfuron είναι η υδρόλυση η οποία σε pH 4 στους 20°C παρουσιάζει χρόνο ημιζωής 5,6 έως 6 ημέρες, σε pH 5 11,5 έως 12 ημέρες, ενώ σε pH 7 παρουσιάζει 37-41 ημέρες (New Zealand Government – Ministry of Health, 2019), δηλαδή όσο αυξάνεται το pH του εδάφους, τόσο ο χρόνος παραμονής στο έδαφος του trifloxysulfuron είναι μεγαλύτερος. Επίσης, σύμφωνα με το New Zealand Government – Ministry of Health (2019) το trifloxysulfuron σε πειράματα σε αργιλώδες έδαφος παρουσίαζε χρόνο ημιζωής 30-50 ημέρες, ενώ σε αργιλοαμμώδες έδαφος 66-78 ημέρες, αντίστοιχα. Τέλος, σύμφωνα με τους Barrentine et al. (2004) υπάρχουν πολλές αναφορές ότι το

trifloxysulfuron προκαλεί χλώρωση στα φύλλα του βαμβακιού και καθυστέρηση την ανάπτυξή του φυτού.

1.5. Σκοπός της διατριβής

Σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας διαφόρων ζιζανίων στην καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.). Η χημική καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε με την εφαρμογή των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων DualGold 96 EC (S-metolachlor), Cottonex 50 SC (fluometuron) και AxionCombi (terbuthylazine + pendimehtalin) στις 27/04/2020, καθώς επίσης και με το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο Envoke 75 WG (trifloxysulfuron) στις 14/06/2020 στην περιοχή Φανερωμένη Τρικάλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικό σχέδιο

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή υλοποιήθηκε στην Περιφερειακή Ενότητα Τρικάλων σε αγρό της περιοχής Φανερωμένη κατά το διάστημα Απρίλιος έως Οκτώβριος 2020. Αντικείμενο της διατριβής όπως αναφέρθηκε παραπάνω ήταν η μελέτη της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας διαφόρων ζιζανίων στην καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.). Συγκεκριμένα έγινε σπορά της ποικιλίας βαμβακιού FIONA. Το σχέδιο με βάση το οποίο υλοποιήθηκε το πείραμα απεικονίζεται παρακάτω στο Διάγραμμα 1. Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παρακάτω: S-metolachlor, fluometuron, terbutylazine + pendimethalin, S-metolachlor + fluometuron (προφυτρωτική εφαρμογή) και το trifloxysulfuron (μεταφυτρωτική εφαρμογή).

Πίνακας 2. Παρουσίαση του πειραματικού σχεδίου των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 8 επεμβάσεις με βάση το οποίο σχεδιάστηκε ο πειραματικός αγρός. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Fluometuron+S- metolachlor	trifloxysulfuron (καθαυτό)	Μάρτυρας
Fluometuron+trifloxy sulfuron (καθαυτό)	Fluometuron+S- metolachlor	trifloxysulfuron (καθαυτό)
Terbutylazine+pend imethalin	Fluometuron+trifloxy sulfuron (καθαυτό)	Fluometuron+S- metolachlor
S-metolachlor	Terbutylazine+pend imethalin	Fluometuron+trifloxy sulfuron (καθαυτό)

fluometuron	S-metolachlor	Terbuthylazine+pendimethalin
Fluometuron+trifloxy sulfuron (μεταξύ των σειρών)	fluometuron	S-metolachlor
Μάρτυρας	fluometuron+trifloxy sulfuron (μεταξύ των σειρών)	fluometuron
trifloxysulfuron (καθολικά)	Μάρτυρας	Fluometuron+trifloxy sulfuron (μεταξύ των σειρών)
1^η Επανάληψη	2^η Επανάληψη	3^η Επανάληψη

Αναλυτικά οι επεμβάσεις που εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα αγρού ήταν οι εξής:

- ✓ Αψέκαστος μάρτυρας.
- ✓ S-metolachlor (προφυτρωτική εφαρμογή).
- ✓ Fluometuron (προφυτρωτική εφαρμογή).
- ✓ Terbuthylazine + pendimethalin (προφυτρωτική εφαρμογή).
- ✓ Flumeturon + S-metolachlor (προφυτρωτική εφαρμογή).
- ✓ Trifloxysulfuron (μεταφυτρωτική καθολική εφαρμογή).
- ✓ Fluometuron (προφυτρωτική εφαρμογή) + trifloxysulfuron (μεταφυτρωτική εφαρμογή μεταξύ των σειρών).
- ✓ Fluometuron (προφυτρωτική εφαρμογή) + trifloxysulfuron (μεταφυτρωτική εφαρμογή μεταξύ των σειρών).

Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

1. **Dual Gold 96 EC:** (δραστική ουσία: s-metolachlor 96% β/β) 120 ml/στρ για ετήσια αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια.
2. **Cottonex 50 SC:** (δραστική ουσία: fluometuron 50% β/ο) 400 ml/στρ για ετήσια αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια
3. **Axion Combi:** (δραστικές ουσίες: terbuthylazine 12.5% β/ο + pendimethaline 25% β/ο) 400ml/στρ για ετήσια αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια
4. **Envoke 75 WG:** (δραστική ουσία: trifloxysulfuron 75% β/β) 1.5 g/στρ (καθολική εφαρμογή) και 2 g/στρ (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών σποράς) για πλατύφυλλα ζιζάνια (κύπερη και αγριοβαμβακιά).

Οι δοσολογίες των ζιζανιοκτόνων (προφυτρωτικών και μεταφυτρωτικών) που εφαρμόστηκαν στα πειραματικά τεμάχια παρουσιάζονται παρακάτω:

- ◆ 0,04 g Envoke 75 WG (καθολική εφαρμογή) ανά τεμάχιο
- ◆ 10,6 ml Cottonex 50 SC και 0,05 g Envoke 75 WG (εφαρμογή στους διαδρόμους) ανά τεμάχιο
- ◆ 10,6 ml Cottonex 50 SC ανά τεμάχιο
- ◆ 3,2 ml Dual Gold 96 EC ανά τεμάχιο
- ◆ 13,3 ml Axion Combi ανά τεμάχιο
- ◆ 10,6 ml Cottonex 50 SC και 0,04 g Envoke 75 WG (καθολική εφαρμογή) ανά τεμάχιο
- ◆ 8 ml Cottonex 50 SC και 2,6 ml Dual Gold 96 EC ανά τεμάχιο



Εικόνα 7. Σπορά βαμβακιού στην περιοχή (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 8. Σπορά του βαμβακιού στον πειραματικό αγρό (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 9. Φύτρωμα καλλιέργειας βαμβακιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος είναι τα παρακάτω:

- κορδέλα
- ξύλινοι πάσσαλοι
- σπάγκος
- ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας
- χάρτινα σακουλάκια
- πλαστικές σακούλες
- σύριγγες των 5 ml και 10 ml
- γυάλινο δοσομετρικό ποτήρι των 100 ml
- πλαστική καλύπτρα ψεκαστήρα πλάτης
- ψεκαστήρα πλάτης
- πλαστικά γυαλιά
- πλαστικό δοχείο
- μάσκα προστασίας ψεκασμών διπλού φίλτρου CLIMAX 755 φίλτρου ABEKP1
- 2 ολόσωμες φόρμες προστασίας για ψεκασμούς μιας χρήσεως 3M
- μπότες
- πλαστικά γάντια
- εκκοκκιστική μηχανή
- μέτρο (ταινία)
- σύρμα (1 x 1m)
- 17,6 ml Dual Gold 96 EC
- 88 ml Cottonex 50 SC
- 40 ml Axion Combi
- 0.40 g Envoke 75 WG

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε αγροτεμάχιο έκτασης 60 x 17,1 m. Το βαμβάκι σπάρθηκε στις συνήθεις αποστάσεις σποράς δηλαδή απόσταση ανάμεσα στις γραμμές 95cm και απόσταση των φυτών πάνω στη γραμμή 0,03 m. Όσον αφορά τον πληθυσμό

των φυτών του βαμβακιού στον πειραματικό αγρό (798 m²) ήταν 23.940 φυτά, δηλαδή 30.000 φυτά/στρέμμα.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το αγροτεμάχιο διαμορφώθηκε με βάση το σχέδιο και υπήρχαν 3 επαναλήψεις, όπου κάθε επανάληψη είχε μήκος 60 m και πλάτος 3,8 m. Οι 3 επαναλήψεις χωριζόταν μεταξύ τους με δύο διαδρόμους πλάτους 0,95 m, ενώ πριν την 1^η επανάληψη και μετά την 3^η επανάληψη αφέθηκε ένα κομμάτι μήκους 60 m και πλάτους 1,9 m (χωρίς καμία επέμβαση ως λωρίδα ασφαλείας, προκειμένου να προστατευθεί το πειραματικό κομμάτι από τις επεμβάσεις (κυρίως ψεκασμούς) που πραγματοποιήθηκαν στο υπόλοιπο αγροτεμάχιο. Κάθε επανάληψη χωρίστηκε σε 8 κομμάτια (τεμάχια) μήκους 7 m και ανάμεσά τους δημιουργήθηκαν διάδρομοι πλάτους 0,5 m ο καθένας.

Στις 26 Απριλίου 2020 έγινε η σπορά του βαμβακιού και έπειτα έγινε η χάραξη του πειραματικού κομματιού του αγροτεμαχίου με κορδέλα, σπάγκο και ξύλινους πασσάλους. Στις 27 Απριλίου 2020 έγινε η εφαρμογή όλων των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων με ψεκαστήρα πλάτης. Στις 2 Μαΐου 2020 ξεκίνησε το φύτρωμα του βαμβακιού και στις 07 Μαΐου 2020 (50%). Στις 14 Ιουνίου 2020 έγινε η εφαρμογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου Envoke 75 WG με ψεκαστήρα πλάτης. Η εφαρμογή του Envoke σε ορισμένα τεμάχια έγινε καθολικά και σε άλλα μόνο στους διαδρόμους ανάμεσα στις σειρές των φυτών με τη χρήση καλύπτρας στο ψεκαστικό πλάτης.

Στις 26 Ιουνίου 2020 εμφανίστηκαν τα πρώτα μικρά χτένια και στις 3 Ιουλίου 2020 ξεκίνησε η καρποφορία των φυτών. Στις 15 Ιουλίου 2020 εμφανίστηκαν τα πρώτα καρύδια, στις 18 Ιουλίου 2020 η ανθοφορία ήταν στο 50%, ενώ στις 30 Ιουλίου 2020 η καρποφορία ήταν στο 50%.

Στις 20 Ιουνίου 2020 έγινε η 1^η δειγματοληψία φυτών (βαμβάκι), όπου τα φυτά μετρήθηκαν σε ύψος με μετροταινία, τεμαχίστηκαν σε βλαστούς, καρποφόρα όργανα και φύλλα, ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια και έπειτα αφέθηκαν σε ξηρό, καλά αεριζόμενο και σκιερό μέρος ώστε να γίνει η αποξηράνσή τους. Στις 8 Μαΐου 2020 έγινε η πρώτη μέτρηση των ζιζανίων στον πειραματικό αγρό, όπου γινόταν καταγραφή του αριθμού και του είδους των ζιζανίων που υπήρχαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε στις 15 Μαΐου 2020, 22 Μαΐου 2020, 29 Μαΐου 2020, 5 Ιουνίου 2020, 12 Ιουνίου 2020 και 24 Ιουνίου 2020. Η 2^η δειγματοληψία βαμβακόφυτων πραγματοποιήθηκε στις 5 Ιουλίου

2020 και η διαδικασία που ακολούθησε ήταν η ίδια με αυτή της 1^{ης} δειγματοληψίας, ενώ στις 25 Ιουλίου 2020 έγινε συλλογή ζιζανίων από 1 m² κάθε πειραματικού τεμαχίου και η επιλογή αυτών ήταν τυχαιοποιημένη, καθώς το 1m² επιλέχθηκε με τη ρίψη ενός συρμάτινου τετραγώνου διαστάσεων 1 x 1m τυχαία μέσα σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στη συνέχεια τα ζιζάνια ζυγίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και αφέθηκαν σε ξηρό και σκιερό μέρος να αποξηραθούν. Έπειτα, στις 13 Σεπτεμβρίου 2020 έγινε η 3^η και τελευταία δειγματοληψία βαμβακόφυτων.

2.2 Καιρικές συνθήκες

Τα μετεωρολογικά δεδομένα (πχ. μέση θερμοκρασία και βροχόπτωση) της περιοχής όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα ελήφθησαν από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Τρικάλων.

2.3 Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές εργασίες στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο ξεκίνησαν από το φθινόπωρο όπου πραγματοποιήθηκε όργωμα στις αρχές Νοεμβρίου, στην συνέχεια έγινε ένα πέρασμα με καλλιεργητή μέσου τύπου στις αρχές Φεβρουαρίου και 3 περάσματα με ελαφρύ καλλιεργητή στα τέλη Φεβρουαρίου, τέλη Μαρτίου και μέσα Απριλίου. Στις 26 Απριλίου 2020 πραγματοποιήθηκε η σπορά του βαμβακιού και η ζιζανιοκτονία έγινε με ψεκαστήρα πλάτης προφυτρωτικά στις 27 Απριλίου 2020 και μεταφυτρωτικά στις 14 Ιουνίου 2020.

Αναλυτικότερα, οι καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στον συγκεκριμένο πειραματικό αγρό παρουσιάζονται παρακάτω:

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

- **10/11/2020**: Όργωμα

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

- **06/01/2020**: Καλλιεργητής (βαρέου τύπου)
- **21/01/2020**: Καλλιεργητής (βαρέου τύπου)

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

- 07/02/2020: Καλλιεργητής (μέσου τύπου)
- 27/02/2020: Καλλιεργητής (ελαφριού τύπου)

ΜΑΡΤΙΟΣ

- 19/03/2020: Καλλιεργητής (ελαφριού τύπου)

ΑΠΡΙΛΙΟΣ

- 16/04/2020: Καλλιεργητής (ελαφριού τύπου)
- 26/04/2020: Σπορά βαμβακιού
- 27/04/2020: Εφαρμογή προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων και μίγματα αυτών

ΜΑΙΟΣ

- 02/05/2020: Φύτρωμα βαμβακιού
- 05/05/2020: Άρδευση με σύστημα καταιονισμού
- 07/05/2020: 50% φύτρωμα βαμβακιού
- 17/05/2020: Βοτάνισμα με τσαπί στους διαδρόμους του πειραματικού αγρού
- 20/05/2020: Για την καταπολέμηση αφίδων έγινε εφαρμογή του εντομοκτόνου thiacloprid (Calypso 480 SC)

ΙΟΥΝΙΟΣ

- 04/06/2020: Επιφανειακή λίπανση (λίπασμα ουροθεϊκή αμμωνία (40-0-0) (βραδείας αποδέσμευσης): 14 Kg/στρ
- 10/06/2020: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- 14/06/2020: Εφαρμογή μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου **Envoke 75 WG**
- 16/06/2020: Πρώτα καρποφόρα όργανα (πρώτα μικρά χτένια)

ΙΟΥΛΙΟΣ

- 03/07/2020: Έναρξη ανθοφορίας
- 13/07/2020: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- 15/07/2020: Πρώτα καρύδια
- 17/07/2020: Εφαρμογή του εντομοκτόνου acetamiprid (Profil 20 SC) για την καταπολέμηση των αφίδων

- **18/07/2020**: 50% ανθοφορίας
- **21/07/2020**: Εφαρμογή του ρυθμιστή ανάπτυξης meriquatchloride (Pix 5 SL, 70 ml/στρέμμα) για την ανάσχεση της ανάπτυξης των φυτών του βαμβακιού
- **26/07/2020**: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- **30/07/2020**: 50% καρποφορίας

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

- **01/08/2020**: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- **05/08/2020**: Εφαρμογή του ρυθμιστή ανάπτυξης meriquat chloride (Pix 5 SL, 40 ml/στρέμμα) για την ανάσχεση της ανάπτυξης των φυτών του βαμβακιού
- **08/08/2020**: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- **11/08/2020**: Εφαρμογή του εντομοκτόνου chlorantraniliprole (Coragen 20 SC) για την καταπολέμηση του πράσινου σκουληκιού
- **15/08/2020**: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης
- **25/08/2020**: Άρδευση με σύστημα στάγδην άρδευσης

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

- **18/09/2020**: Εφαρμογή του ρυθμιστή ανάπτυξης ethephon (Ethrel 48 SL) και της ουσίας carfentazone-ethyl (Spotlight 24 EC) για επιτάχυνση του ανοίγματος των ώριμων καρυδιών, πρωίμηση της παραγωγής και υποβοήθηση της αποφύλλωσης.

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

- **03/10/2020**: Συγκομιδή βαμβακιού με το χέρι
- **30/10/2020**: Εκκόκιση βαμβακιού

2.4 Μετρήσεις – Προσδιορισμοί αύξησης και ανάπτυξης των φυτών

2.4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά – Ξηρά βάρη

Σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του βάμβακος έγιναν δειγματοληψίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Σε κάθε δειγματοληψία πραγματοποιούνταν κοπή 3 φυτών βαμβακιού σε κάθε επέμβαση και επανάληψη. Έπειτα, γινόταν καταγραφή του ύψους τους των φυτών, του χλωρού βάρους τους σε

ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, στη συνέχεια στα φυτά πραγματοποιούνταν διαχωρισμός των φύλλων, των βλαστών και των καρποφόρων οργάνων (άνθη, καρποί) και έπειτα τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες, οι οποίες μεταφέρονταν σε ξηρό και σκιερό μέρος για να γίνει η αποξήρανσή τους, προκειμένου αργότερα να προσδιοριστούν τα ξηρά τους βάρη μετά τη πλήρη αποξήρανση τους.

Η ίδια διαδικασία εφαρμόστηκε και με τη δειγματοληψία των ζιζανίων, εκτός, όμως του σταδίου του τεμαχισμού των φυτών σε φύλλα, βλαστούς και καρποφόρα όργανα.

2.4.2 Απόδοση

Η τελική μέτρηση της υπέργειας βιομάζας του βαμβακιού πραγματοποιήθηκε στις 13 Σεπτεμβρίου 2020. Στις 7 Οκτωβρίου 2020 έγινε η συγκομιδή του βαμβακιού χειρωνακτικά σε επιφάνεια 1 m² σε κάθε επέμβαση και κάθε τεμάχιο. Στη συνέχεια το σύσπορο βαμβάκι ζυγίστηκε και στις 30 Οκτωβρίου 2020 μεταφέρθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο για εκκόκιση με εκκοκκιστική μηχανή. Αφού έγινε ο διαχωρισμός του σε ίνα και σπόρο, μετρήθηκε το βάρος τόσο της ίνας όσο και του σπόρου. Τέλος, για το υπολογισμό της στρεμματικής απόδοσης σε σύσπορο βαμβάκι έγινε αναγωγή της παραγωγής των φυτών που καταγράφηκε στην επιφάνεια 1 m² κάθε πειραματικού τεμαχίου στην έκταση του στρέμματος.

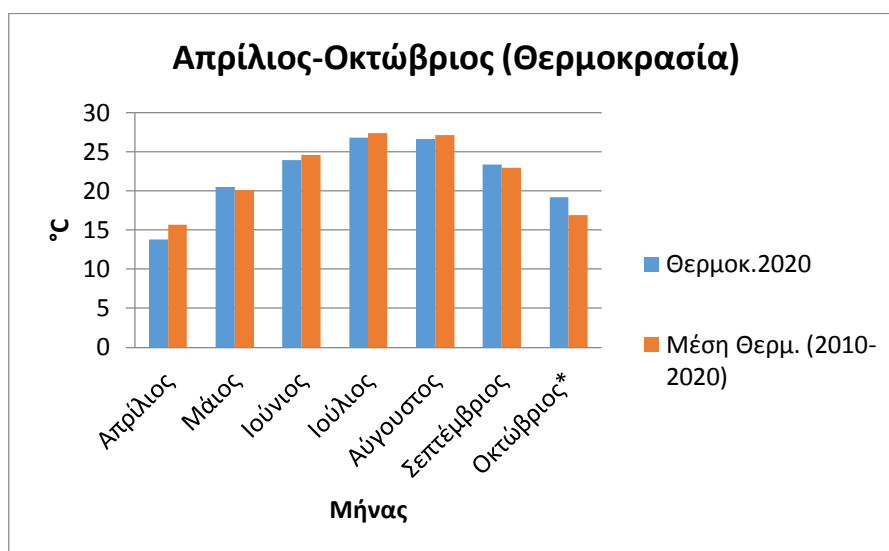
2.5. Στατιστική ανάλυση

Για όλες τις μετρήσεις των παραμέτρων των ζιζανίων και του βάμβακος πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με το πρόγραμμα Sigma Plot 12. Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διακύμανσης και στη συνέχεια για τη σύγκριση των μέσων τιμών των επεμβάσεων του πειράματος χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

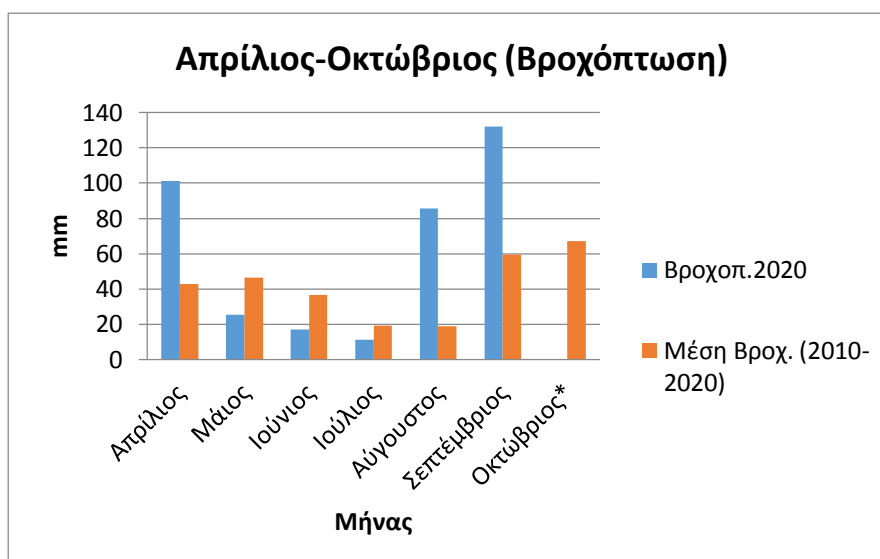
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Καιρικές συνθήκες

Στα Ραβδόγραμματα 1 και 2 που ακολουθούν παρακάτω παρουσιάζονται οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν στην ευρύτερη περιοχή των Τρικάλων κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού (Απρίλιος – Οκτώβριος):



Ραβδόγραμμα 1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο 2020 και μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο κατά τα έτη 2010-2020 (μέση τιμή) στην περιοχή των Τρικάλων.



Ραβδόγραμμα 2: Μέση βροχόπτωση από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο 2020 και μέση βροχόπτωση από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο κατά τα έτη 2010-2020 (μέση τιμή) στην περιοχή των Τρικάλων.

Κατά τη σπορά του βαμβακιού, τέλη Απριλίου, η μέση θερμοκρασία αέρα που επικράτησε ($13,8^{\circ}\text{C}$) ήταν πιο χαμηλή από τη μέση θερμοκρασία αέρα για τον μήνα Απρίλιο των 10 τελευταίων ετών (2010-2020) ($15,6^{\circ}\text{C}$). Επίσης, η μέση βροχόπτωση που σημειώθηκε τον Απρίλιο ($101,2\text{ mm}$) ήταν πολύ υψηλή συγκριτικά με τη μέση βροχόπτωση για τον μήνα Απρίλιο των τελευταίων 10 ετών (2010-2020) ($42,6\text{ mm}$). Αυτές οι θερμοκρασίες και η βροχόπτωση τον Απρίλιο είχαν σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση του φυτρώματος του βαμβακιού (ξεκίνησε 9 ημέρες μετά τη σπορά και ολοκληρώθηκε έπειτα από 17 ημέρες από τη σπορά).

Κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού η θερμοκρασία ήταν φυσιολογική (δεν υπήρξαν ακραίες θερμοκρασίες). Η μέγιστη μέση θερμοκρασία επικράτησε τον Ιούλιο με $26,8^{\circ}\text{C}$ και η υψηλή θερμοκρασία κάποιων ημερών του Αυγούστου προκάλεσαν το πρόωρο άνοιγμα αρκετών καρυδιών. Η χαμηλότερη μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού επικράτησε τον Απρίλιο με $13,8^{\circ}\text{C}$.

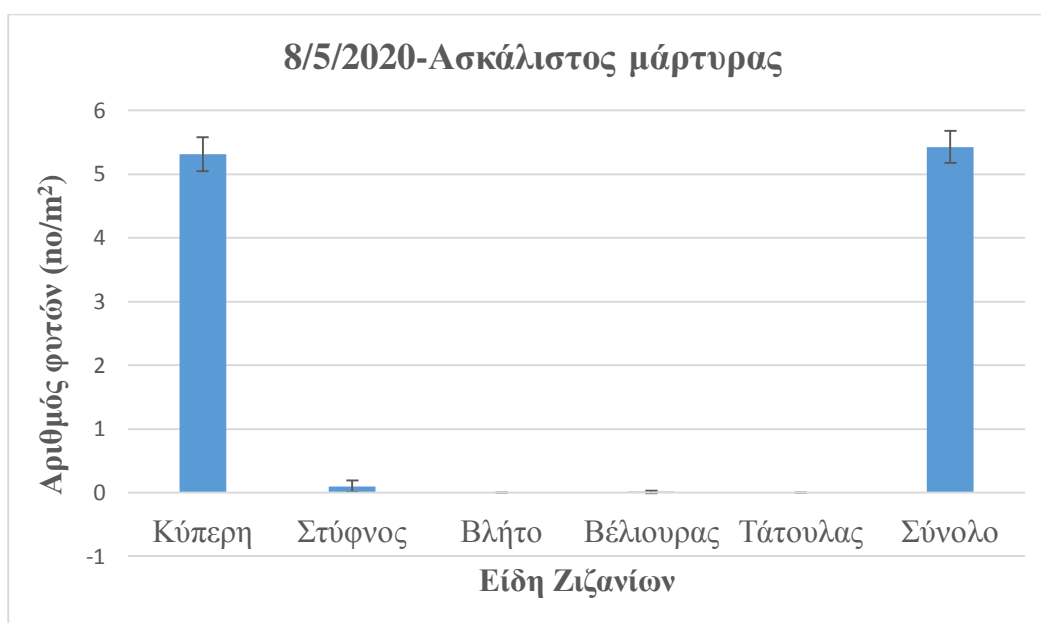
Επίσης, οι βροχοπτώσεις ήταν μικρές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εκτός των μηνών Απριλίου ($101,2\text{ mm}$), Αυγούστου ($85,8\text{ mm}$) και Σεπτεμβρίου (132 mm), όπου το ύψος βροχής ήταν αρκετά μεγάλο συγκριτικά με αυτό των τελευταίων 10 ετών που ήταν αντίστοιχα $42,6\text{ mm}$, $46,3\text{ mm}$ και $59,4\text{ mm}$. Το μεγάλο ύψος βροχής του Απριλίου είχε ως αποτέλεσμα την μεγάλη καθυστέρηση του φυτρώματος του βαμβακιού και του Αυγούστου το μη ευνοϊκό άνοιγμα των καρυδιών. Επιπλέον, οι υψηλές βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν τον Σεπτέμβριο, λόγω της επέλασης κυκλώνων, προκάλεσαν εκτεταμένη μείωση της απόδοσης του βαμβακιού και αργότερα μεγάλη καθυστέρηση της συγκομιδής.

3.2 Αποτελέσματα πορείας φυτρώματος των διαφόρων ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα του πειραματικού αγρού

Σε όλα τα ραβδογράμματα που παρουσιάζονται παρακάτω τα ζιζάνια που εμφανίστηκαν από την 1^η καταμέτρηση στις 08/05/2020 έως την τελευταία στις 24/07/2020 σε όλα τα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και των τριών επαναλήψεων του πειραματικού αγρού, ήταν η πορφυρή κύπερη, ο στύφνος, τα βλήτα (τραχύ και

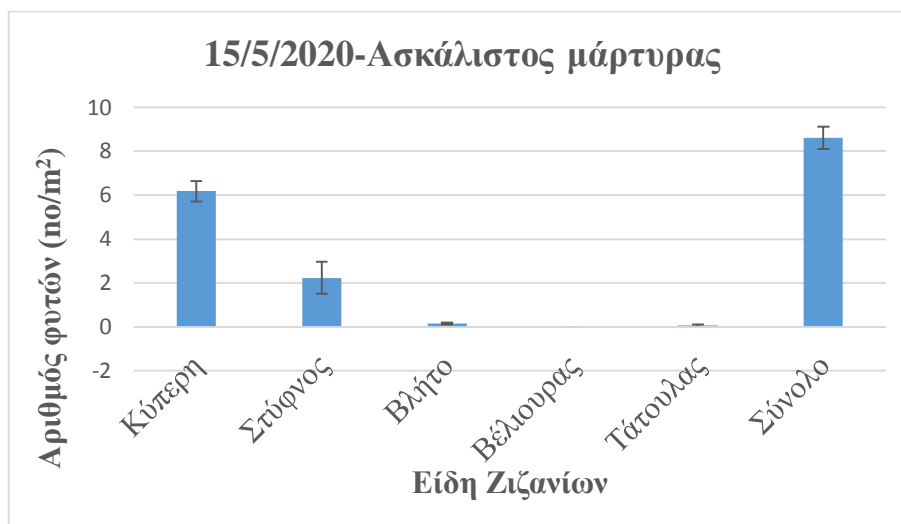
πλαγιαστό βλήτο), ο βέλιουρας και ο τάτουλας. Επίσης, οι γραμμές σφάλματος (μπάρες) στα παρακάτω ραβδογράμματα αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα.

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις 08/05/2020, βρέθηκε ότι το ζιζάνιο που υπήρχε σε μεγαλύτερη πυκνότητα στον πειραματικό αγρό στον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν η κύπερη με 5,3 φυτά/ m^2 και σε ποσοστό 97,9% επί του συνολικού αριθμού των ζιζανίων (5,4 φυτά/ m^2). Άλλα ζιζάνια που εμφανίστηκαν στον ασκάλιστο μάρτυρα, αλλά όχι σε σημαντικά μεγάλη πυκνότητα ήταν ο στύφνος, το βλήτο, ο βέλιουρας και ο τάτουλας.



Ραβδόγραμμα 3: Αριθμός ζιζανίων ανά m^2 και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 08/05/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

Στις 15/05/2020 τα ζιζάνια που υπήρχαν σε μεγαλύτερη πυκνότητα στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα ήταν η κύπερη και ο στύφνος με 6,1 φυτά/ m^2 και 2,2 φυτά/ m^2 αντίστοιχα, και σε ποσοστό 71,8% και 25,9% επί του συνολικού αριθμού των ζιζανίων (8,6 φυτά/ m^2). Το ποσοστό εμφάνισης των υπόλοιπων ζιζανίων σε αυτή την καταμέτρηση ήταν πάρα πολύ μικρό.



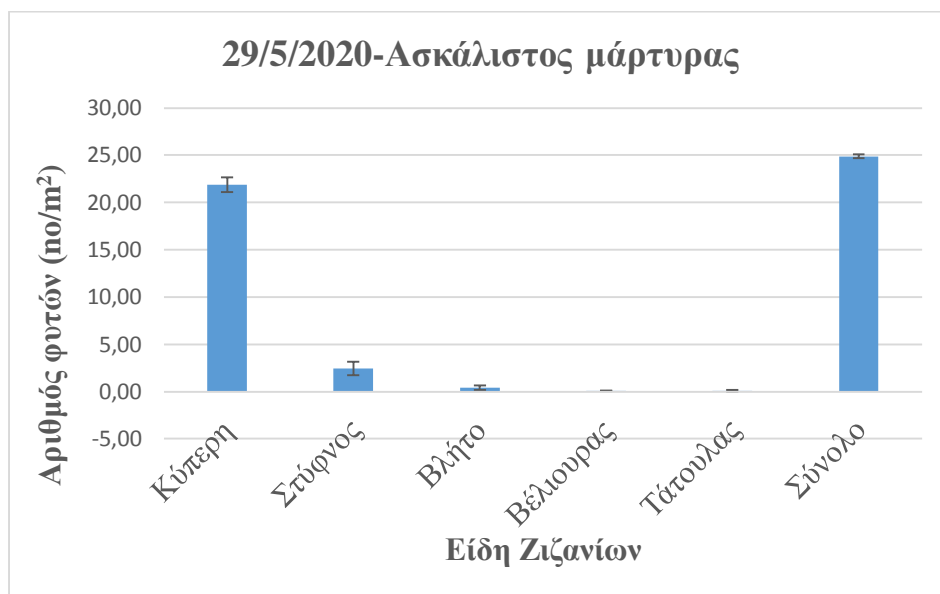
Ραβδόγραμμα 4: Αριθμός ζιζανίων ανά m^2 και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 15/05/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

Στις 22/05/2020 σύμφωνα με το παραπάνω ραβδόγραμμα τα δύο είδη ζιζανίων που υπήρχαν σε μεγαλύτερη πυκνότητα στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα του πειραματικού αγρού, ήταν η κύπερη ($15,9 \text{ φυτά}/m^2$) και σε ποσοστό 80,4% και ο στύφνος ($3,4 \text{ φυτά}/m^2$) και σε ποσοστό 17,2%, επί του συνολικού αριθμού των ζιζανίων ($19,8 \text{ φυτά}/m^2$).

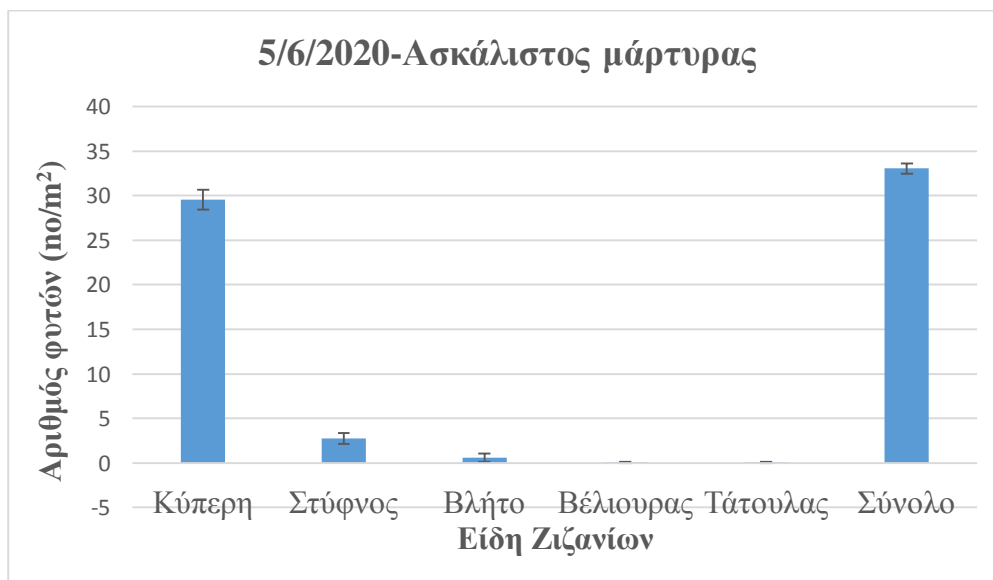


Ραβδόγραμμα 5: Αριθμός ζιζανίων ανά m^2 και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 22/05/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

Στο ραβδόγραμμα 6 τα ζιζάνια που βρίσκονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα του πειραματικού αγρού στις 29/05/2020 είναι η κύπερη και ο στύφνος σε ποσοστό 88% (21,8 φυτά/m²) και 9,9% (2,4 φυτά/m²) αντίστοιχα, επί του συνολικού αριθμού των ζιζανίων (24,8 φυτά/m²).



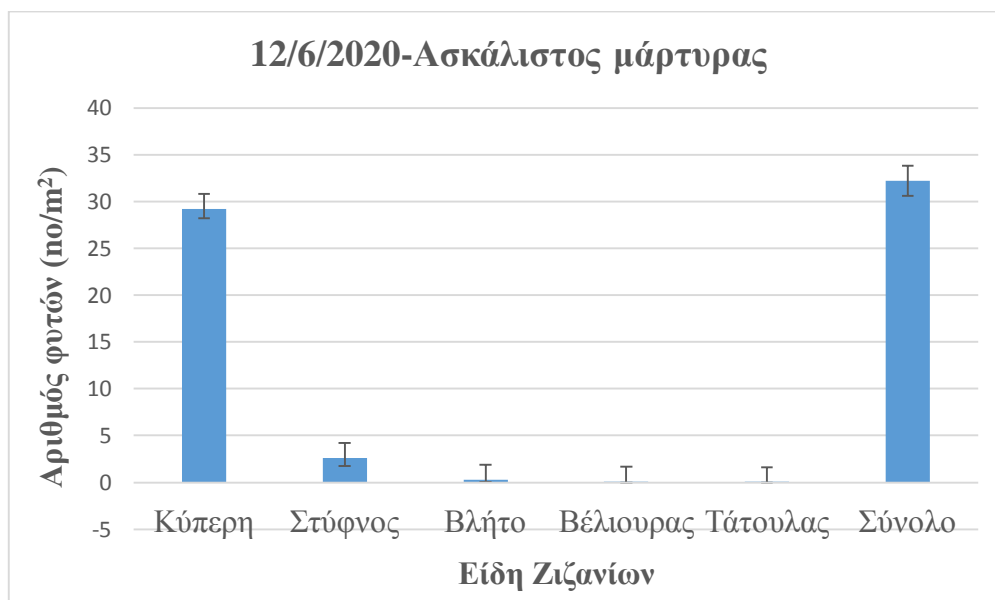
Ραβδόγραμμα 6: Αριθμός ζιζανίων ανά m² και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 29/05/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.



Ραβδόγραμμα 7: Αριθμός ζιζανίων ανά m² και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 05/06/2020 στους ασκάλιστες μάρτυρες όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

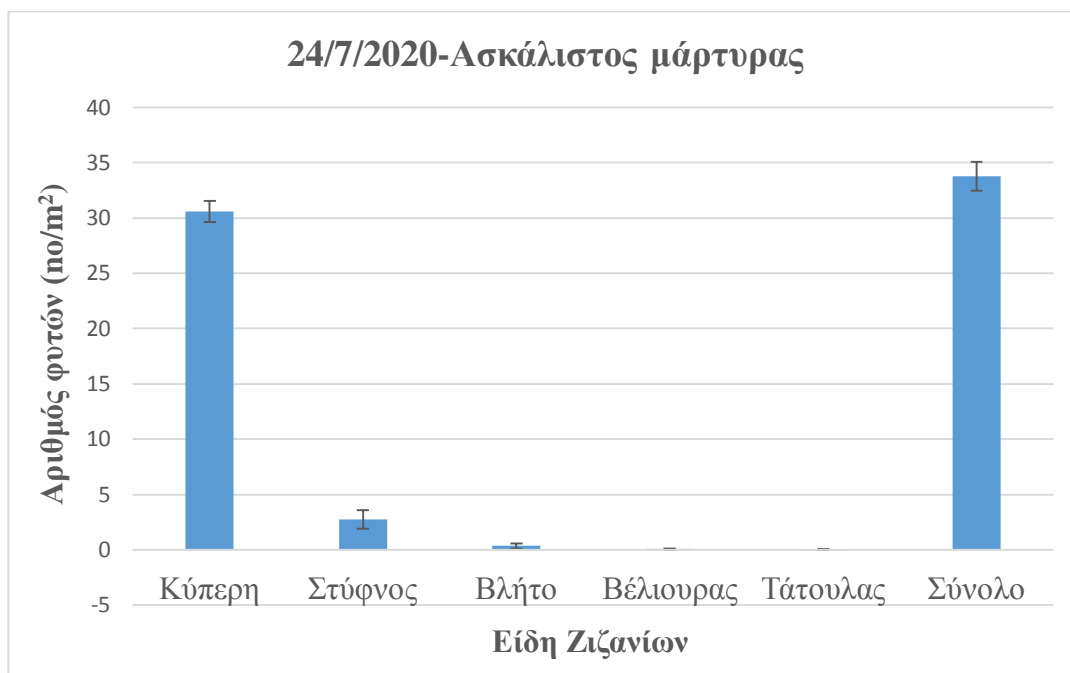
Στις 05/06/2020 σύμφωνα με το ραβδόγραμμα 7, η μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων που βρέθηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα του πειραματικού αγρού, αυτή ήταν της κύπερης σε ποσοστό 89,4% (29,5 φυτά/m²) και του στύφνου σε ποσοστό 8,4% (2,7 φυτά/m²), επί του συνολικού αριθμού ζιζανίων (33 φυτά/m²).

Στο ραβδόγραμμα 8 παρουσιάζεται η πυκνότητα των ζιζανίων στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα του πειραματικού αγρού στις 12/06/2020. Σύμφωνα με το παραπάνω ραβδόγραμμα τα ζιζάνια κύπερη και στύφνος βρίσκονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα από τα υπόλοιπα ζιζάνια που υπήρχαν στον μάρτυρα σε ποσοστό 90,7% (29,2 φυτά/m²) και 8,1% (2,6 φυτά/m²) αντίστοιχα, επί του συνολικού αριθμού των ζιζανίων (32,1 φυτά/m²).



Ραβδόγραμμα 8: Αριθμός ζιζανίων ανά m² και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 12/06/2020 στους ασκάλιστες μάρτυρες όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

Στο παρακάτω ραβδόγραμμα φαίνεται ότι στις 24/07/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα τα ζιζάνια κύπερη και στύφνος βρισκόταν σε μεγαλύτερη πυκνότητα συγκριτικά με τα υπόλοιπα ζιζάνια που εμφανίστηκαν στον πειραματικό αγρό, σε ποσοστό 90,6% (30,5 φυτά/m²) και 8,2 (2,7 φυτά/m²), επί του συνολικού αριθμού ζιζανίων (33,7 φυτά/m²).



Ραβδόγραμμα 9: Αριθμός ζιζανίων ανά m^2 και είδη ζιζανίων που μετρήθηκαν στις 24/07/2020 στον ασκάλιστο μάρτυρα όλων των επαναλήψεων του πειραματικού αγρού.

3.3. Ξηρό βάρος ζιζανίων

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3) παρουσιάζεται η επίδραση όλων των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στο πείραμα στο ξηρό βάρος των ζιζανίων. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση των δεδομένων που έγινε, βρέθηκε ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις παρακάτω επεμβάσεις: terbuthylazine + pendimethalin με fluometuron, S-metolachlor με fluometuron + S-metolachlor ή με fluometuron ή με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), καθώς, επίσης, και του fluometuron με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά).

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές υπήρξαν μεταξύ όλων των υπόλοιπων επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων, όμως, πολύ μεγάλες ήταν οι διαφορές που παρουσίασε ο μάρτυρας με όλες τις επεμβάσεις, εκτός του trifloxysulfuron (καθολικά).

Πίνακας 3: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των ζιζανίων. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος των ζιζανίων (kg/στρέμμα)
terbuthylazine + pendimethalin	172,8
fluometuron	152,6
fluometuron + S-metolachlor	193,2
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	80,2
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	137,1
S-metolachlor	151,1
trifloxysulfuron (καθολικά)	407,7
Μάρτυρας	544,2
Τιμές F	200,416
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	34,516

3.4. Ύψος των φυτών βαμβακιού

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η πορεία του ύψους του βαμβακιού σε όλα τα τεμάχια του πειραματικού αγρού. Η μέτρηση του ύψους πραγματοποιήθηκε στις παρακάτω ημερομηνίες: 20/06/2020, 05/07/2020 και 13/09/2020. Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα 4 τα μέσα ύψη των βαμβακόφυτων της πρώτης μέτρησης του ύψους τους στις 20/06/2020 όλων των επεμβάσεων στον πειραματικό αγρό δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Δηλαδή, το ύψος των βαμβακόφυτων μετά τον ψεκασμό των προφυτρωτικών και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων δεν επηρέασε μέχρι αυτό το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, το ύψος τους.

Πίνακας 4: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ύψος των φυτών του βαμβακιού στις 20-06-2020.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών βαμβακιού (cm)
terbuthylazine + pendimethalin	39,7
fluometuron	40,2
fluometuron + s-metolachlor	39,2
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	38,8
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	39,6
S-metolachlor	38,0
trifloxysulfuron (καθολικά)	36,9
Μάρτυρας	36,2
Τιμές F	2,392
Τιμές P	0,078
Τιμή LSD	-

Σύμφωνα με τον πίνακα 5, δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ύψος των βαμβακόφυτων μεταξύ ορισμένων επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων (προφυτρωτικών και μεταφυτρωτικών) στις 05/07/2020. Συγκεκριμένα, αυτές οι επεμβάσεις είναι οι παρακάτω: terbuthylazine + pendimethalin με fluometuron, fluometuron + S-metolachlor με τον μάρτυρα, fluometuron με S-metolachlor, fluometuron + S-metolachlor με το fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) και S-metolachlor με τον μάρτυρα. Οι επεμβάσεις που είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ήταν όλες οι υπόλοιπες, με τις παρακάτω να έχουν τις μεγαλύτερες διαφορές: fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) και trifloxysulfuron (καθολικά) με fluometuron + S-metolachlor. Το μεγαλύτερο ύψος (61,5 cm) του βαμβακιού καταγράφηκε στην επέμβαση fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών).

Πίνακας 5: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ύψος των φυτών του βαμβακιού στις 05-07-2020.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών βαμβακιού (cm)
terbuthylazine + pendimethalin	57,6
fluometuron	58,2
fluometuron + S-metolachlor	60,1
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	61,5
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	54,9
S-metolachlor	57,8
trifloxysulfuron (καθολικά)	52,5
Μάρτυρας	55,4
Τιμές F	10,759
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	2,696

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρξαν μεγάλες διαφορές στο ύψος των βαμβακόφυτων στις 13/09/2020, κυρίως μεταξύ του trifloxysulfuron (καθολικά) και των επεμβάσεων fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) και terbuthylazine + pendimethalin. Το μεγαλύτερο ύψος (93,8 cm) του βαμβακιού καταγράφηκε στην επέμβαση fluometuron + S-metolachlor. Δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα fluometuron, S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μεταξύ του trifloxysulfuron (καθολικά) και του S-metolachlor, καθώς και μεταξύ του terbuthylazine + pendimethalin με τα ζιζανιοκτόνα fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)

Πίνακας 6: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ύψος των φυτών του βαμβακιού στις 13-09-2020.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών βαμβακιού (cm)
terbuthylazine + pendimethalin	89,9
fluometuron	86,7
fluometuron + S-metolachlor	93,8
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	92,4
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	90,3
S-metolachlor	77,7
trifloxysulfuron (καθολικά)	69,8
Μάρτυρας	76,3
Τιμές F	3,738
Τιμές P	0,017
Τιμή LSD	13,867

3.5 Ξηρή βιομάζα βαμβακιού

1^η δειγματοληψία

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 7, Πίνακας 8 και Πίνακας 9) παρουσιάζεται η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό στην ξηρή βιομάζα (φύλλα, καρποφόρα όργανα και βλαστός) των βαμβακόφυτων. Σύμφωνα με τον πίνακα 7 παρακάτω δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των φύλλων των βαμβακόφυτων της 1^{ης} δειγματοληψίας. Επίσης, σύμφωνα με τον πίνακα 8 δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των καρποφόρων οργάνων των βαμβακόφυτων της 1^{ης} δειγματοληψίας.

Πίνακας 7: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των φύλλων του βαμβακιού της 1ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φύλλων βαμβακιού (Kg/στρ)
terbuthylazine + pendimethalin	78,61
fluometuron	81,72
fluometuron + S-metolachlor	78,89
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	83,99
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	83,90
S-metolachlor	75,96
trifloxysulfuron (καθολικά)	77,77
Μάρτυρας	74,22
Τιμές F	1,148
Τιμές P	0,389
Τιμή LSD	-

Πίνακας 8: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των καρποφόρων οργάνων του βαμβακιού της 1ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος καρποφόρων οργάνων βαμβακιού (Kg/στρ)
terbuthylazine + pendimethalin	2,35
fluometuron	2,76
fluometuron + S-metolachlor	3,14
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	3,47
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	2,92
S-metolachlor	2,87
trifloxysulfuron (καθολικά)	3,01
Μάρτυρας	3,19
Τιμές F	0,471
Τιμές P	0,840
Τιμή LSD	-

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των βλαστών των βαμβακόφυτων της 1^{ης} δειγματοληψίας, εκτός από αυτές τις διαφορές του μάρτυρα με το terbutylazine + pendimethalin ή το fluometuron ή το fluometuron + S-metolachlor ή το fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) ή fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά). Δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του S-metolachlor και του trifloxysulfuron (καθολικά), του terbutylazine + pendimethalin με το fluometuron + S-metolachlor, και του S-metolachlor με το fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά).

Πίνακας 9: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των βλαστών του βαμβακιού της 1^{ης} δειγματοληψίας. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	33,62
fluometuron	32,56
fluometuron + S-metolachlor	34,75
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	32,60
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	34,65
S-metolachlor	33,99
trifloxysulfuron (καθολικά)	28,77
Μάρτυρας	27,55
Τμές F	3,331
Τμές P	0,026
Τμή LSD	4,498

2^η δειγματοληψία

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 10, Πίνακας 11 και Πίνακας 12) παρουσιάζεται η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό στην ξηρή βιομάζα (φύλλα, καρποφόρα όργανα και βλαστός) των βαμβακόφυτων. Έπειτα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που έγινε, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 10) φαίνεται ότι η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό, παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε πολύ μεγάλο βαθμό στο ξηρό βάρος των φύλλων των βαμβακόφυτων της 2^{ης} δειγματοληψίας μεταξύ του μάρτυρα και τις επεμβάσεις fluometuron, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), terbuthylazine + pendimethalin και S-metolachlor.

Πίνακας 10: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των φύλλων του βαμβακιού της 2ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φύλλων βαμβακιού (Kg/στρ)
terbuthylazine + pendimethalin	192,83
fluometuron	189,56
fluometuron + S-metolachlor	206,27
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	216,91
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	202,16
S-metolachlor	168,75
trifloxysulfuron (καθολικά)	194,13
Μάρτυρας	151,20
Τιμές F	17,528
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	15,292

Στον παρακάτω πίνακα 11 παρουσιάζεται η επίδραση όλων των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στο πείραμα στο ξηρό βάρος των καρποφόρων οργάνων των βαμβακόφυτων όλων των πειραματικών τεμαχίων. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που έγινε, βρέθηκε ότι υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) με terbuthylazine + pendimethalin ή fluometuron ή fluometuron + S-metolachlor ή S-metolachlor, μεταξύ του trifloxysulfuron (καθολικά) και του μάρτυρα, του fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) με fluometuron ή fluometuron + S-metolachlor καθώς και μεταξύ του terbuthylazine + pendimethalin με το μάρτυρα.

Πίνακας 11: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των καρποφόρων οργάνων του βαμβακιού της 2ης δειγματοληψίας. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος καρποφόρων οργάνων βαμβακιού (Kg/στρ)
terbuthylazine + pendimethalin	22,59
fluometuron	22,03
fluometuron + S-metolachlor	21,75
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	29,40
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	26,79
S-metolachlor	22,21
trifloxysulfuron (καθολικά)	21,37
Μάρτυρας	17,64
Τιμές F	5,583
Τιμές P	<0,003
Τιμή LSD	4,602

Στον Πίνακα 12 παρακάτω παρουσιάζεται η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των βλαστών των βαμβακόφυτων της 2^{ης} δειγματοληψίας. Έπειτα από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις παρακάτω επεμβάσεις: fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron ή fluometuron + S-metolachlor, του trifloxysulfuron (καθολικά) με τον μάρτυρα. Επίσης, η επέμβαση fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) διέφερε στατιστικά σημαντικά με τις επεμβάσεις terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) και μάρτυρα.

Πίνακας 12: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των βλαστών του βαμβακιού της 2ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	112,37
fluometuron	117,79
fluometuron + S-metolachlor	128,15
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	172,67
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	144,39
S-metolachlor	136,55
trifloxysulfuron (καθολικά)	127,31
Μάρτυρας	111,91
Τιμές F	11,120
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	18,362

3^η δειγματοληψία

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 13 και Πίνακας 14) παρουσιάζεται η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό στην ξηρή βιομάζα (φύλλα και βλαστός) των βαμβακόφυτων. Από τον πίνακα 13 προκύπτει ότι όλες οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων που έγιναν στον πειραματικό αγρό και επηρέασαν το ξηρό βάρος των φύλλων των βαμβακόφυτων της 3^{ης} δειγματοληψίας, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε μεγάλο βαθμό, εκτός από τις παρακάτω επεμβάσεις: του fluometuron με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + S-metolachlor, του fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) με fluometuron + S-metolachlor ή fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) και τέλος του trifloxysulfuron (καθολικά) με S-metolachlor.

Πίνακας 13: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των φύλλων του βαμβακιού της 3ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φύλλων βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	290,64
fluometuron	294,65
fluometuron + S-metolachlor	303,15
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	334,88
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	319,29
S-metolachlor	267,59
trifloxysulfuron (καθολικά)	271,60
Μάρτυρας	241,92
Τιμές F	22,728
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	18,962

Στον παρακάτω πίνακα 14 δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για το ξηρό βάρος των βλαστών των βαμβακόφυτων της 3^{ης} δειγματοληψίας μεταξύ των παρακάτω ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στο πείραμα: του fluometuron με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + S-metolachlor, του fluometuron + S-metolachlor με terbutylazine + pendimethalin, του trifloxysulfuron (καθολικά) με S-metolachlor και του fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος των βλαστών των βαμβακόφυτων της 3^{ης} δειγματοληψίας.

Πίνακας 14: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ξηρό βάρος των βλαστών του βαμβακιού της 3ης δειγματοληψίας.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	416,27
fluometuron	421,03
fluometuron + S-metolachlor	429,89
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	470,40
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	461,91
S-metolachlor	361,01
trifloxysulfuron (καθολικά)	372,49
Μάρτυρας	299,04
Τιμές F	58,247
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	22,647

3.6 Αριθμός καρυδιών βαμβακιού

Σύμφωνα με τον πίνακα 15 δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων στον αριθμό των καρυδιών του βαμβακιού, εκτός του μάρτυρα με όλες τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων και του trifloxysulfuron (καθολικά) με το fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) ή το fluometuron.

Πίνακας 15: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στον αριθμό των καρυδιών του βαμβακιού.

Επεμβάσεις	Αριθμός καρυδιών βαμβακιού
terbuthylazine + pendimethalin	7,5
fluometuron	7,87
fluometuron + S-metolachlor	7,73
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	7,77
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	8,17
S-metolachlor	6,77
trifloxysulfuron (καθολικά)	6,43
Μάρτυρας	4,87
Τιμές F	5,376
Τιμές P	0,004
Τιμή LSD	1,418

3.7. Απόδοση βαμβακιού

Απόδοση σύσπορου βαμβακιού

Στον πίνακα 16 παρακάτω παρουσιάζεται η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό, στην απόδοση του σύσπορου βαμβακιού. Έπειτα από την στατιστική ανάλυση των παρακάτω δεδομένων

που έγινε, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των παρακάτω επεμβάσεων: του fluometuron + S-metolachlor με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron ή fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), του terbutylazine + pendimethalin με fluometuron ή fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) ή fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) και του S-metolachlor με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron+trifloxysulfuron (καθολικά).

Πίνακας 16: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στην απόδοση του σύσπορου βαμβακιού.

Επεμβάσεις	Απόδοση σύσπορου βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	412,6
fluometuron	427,1
fluometuron + S-metolachlor	445,3
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	547,2
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	505,2
S-metolachlor	359,8
trifloxysulfuron (καθολικά)	329,9
Μάρτυρας	251,4
Τιμές F	14,794
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	75,112

Απόδοση σε σπόρο

Από τον πίνακα 17 παρακάτω προκύπτει ότι ορισμένες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων που έγιναν στον πειραματικό αγρό και επηρέασαν την απόδοση του σπόρου στο βαμβάκι, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Οι επεμβάσεις

των ζιζανιοκτόνων που δεν επηρέασαν την απόδοση του σπόρου στο βαμβάκι και δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, είναι οι παρακάτω: fluometuron με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) με S-metolachlor, terbutylazine + pendimethalin με fluometuron + S-metolachlor ή S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά) με S-metolachlor και fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) με fluometuron + S-metolachlor ή fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών).

Πίνακας 17: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στην απόδοση του σπόρου του βαμβακιού.

Επεμβάσεις	Απόδοση σπόρου βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	219,5
fluometuron	226,8
fluometuron + S-metolachlor	238,6
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	287,1
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	264,2
S-metolachlor	186,4
trifloxysulfuron (καθολικά)	176,6
Μάρτυρας	132,1
Τιμές F	13,088
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	41,903

Απόδοσης ίνας βαμβακιού

Στον πίνακα 18 προκύπτει ότι ορισμένες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων που έγιναν στον πειραματικό αγρό επηρέασαν την απόδοση της ίνας του βαμβακιού, και

διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων που δεν επηρέασαν την απόδοση της ίνας στο βαμβάκι και δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, είναι οι παρακάτω: fluometuron με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά) και S-metolachlor, S-metolachlor με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + S-metolachlor ή fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), fluometuron + S-metolachlor με terbutylazine + pendimethalin ή fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών) με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά).

Πίνακας 18: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbutylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στην απόδοση της ίνας του βαμβακιού. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Επεμβάσεις	Απόδοση ίνας βαμβακιού (Kg/στρ)
terbutylazine + pendimethalin	175,4
fluometuron	185,4
fluometuron + S-metolachlor	188,7
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	236,9
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	217,2
S-metolachlor	157,1
trifloxysulfuron (καθολικά)	141,4
Μάρτυρας	107,4
Τιμές F	14,841
Τιμές P	<0,001
Τιμή LSD	32,482

3.8 Ποσοστό ξένων υλών στο σύσπορο βαμβάκι

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 19) τα ποσοστά ξένων υλών στην ίνα του σύσπορου βαμβακιού όλων των επεμβάσεων στον πειραματικό αγρό δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Πίνακας 19: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ποσοστό ξένων υλών στην ίνα του σύσπορου βαμβακιού. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Επεμβάσεις	Ποσοστό ξένων υλών στην ίνα του σύσπορου βαμβακιού (%)
terbuthylazine + pendimethalin	4,2
fluometuron	3,5
fluometuron + S-metolachlor	4,1
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	4,2
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	4,7
S-metolachlor	4,6
trifloxysulfuron (καθολικά)	3,6
Μάρτυρας	4,8
Τιμές F	1,020
Τιμές P	0,459
Τιμή LSD	-

3.9 Ποσοστό ινών

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20) το ποσοστό ινών (lint %) του βαμβακιού όλων των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων στον πειραματικό αγρό δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Πίνακας 20: Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο lint %.

Επεμβάσεις	Lint (%)
terbuthylazine + pendimethalin	44,5
fluometuron	45,0
fluometuron + S-metolachlor	44,9
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	45,2
fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά)	45,1
S-metolachlor	45,1
trifloxysulfuron (καθολικά)	44,4
Μάρτυρας	45,0
Τιμές F	0,428
Τιμές P	0,869
Τιμή LSD	-

3.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών της ίνας του βαμβακιού που προέκυψαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 21 φαίνεται ότι το micronaire, δηλαδή η λεπτότητα και η ωριμότητα της ίνας, είναι εντός των αποδεκτών ορίων, με την επέμβαση με fluometuron να ξεπερνά το 4,8, δηλαδή να διαθέτει χοντρή ίνα το βαμβάκι, ενώ η αντοχή της ίνας σε όλες τις επεμβάσεις διατηρήθηκε αρκετά υψηλή (>31g/tex). Μεταξύ των 8 επεμβάσεων του πειράματος η στατιστική ανάλυση δεν ανέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Στον πίνακα 22 το μήκος της ίνας του βαμβακιού έπειτα από όλες τις επεμβάσεις διατηρήθηκε αρκετά υψηλό και δεν επηρεάστηκε, παρά τις υψηλές βροχοπτώσεις που επικράτησαν τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Ομοίως, η ομοιομορφία της ίνας παρέμεινε αρκετά υψηλή (>85) σε όλες τις επεμβάσεις. Οι τιμές των δύο αυτών

ποιοτικών χαρακτηριστικών δείχνουν ότι τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν, δεν επηρέασαν το μήκος και την ομοιομορφία της ίνας.

Πίνακας 21. Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο δείκτη micronaire και στην αντοχή της ίνας του βαμβακιού.

Επεμβάσεις	Λεπτότητα- Ωριμότητα Ίνας (micronaire) (Units)	Αντοχή Ίνας (Str) (g/tex)
terbuthylazine + pendimethalin	4,53	38,07
fluometuron	4,83	35,40
fluometuron + S-metolachlor	4,63	38,70
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	4,57	37,73
fluometuron + trifloxysulfuron(καθολικά)	4,73	37,60
S-metolachlor	4,73	37,70
trifloxysulfuron (καθολικά)	4,57	34,77
Μάρτυρας	4,60	38,70
Τιμές F	0,278	7,122
Τιμές P	0,915	0,068

Πίνακας 22. Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο μήκος και στην ομοιομορφία της ίνας.

Επεμβάσεις	Μήκος Ίνας (Len) (mm)	Ομοιομορφία Ίνας (Unif) (%)
terbuthylazine + pendimethalin	31,07	87,93
fluometuron	30,50	88,07
fluometuron + S-metolachlor	30,73	88,07
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	30,57	87,90
fluometuron + trifloxysulfuron(καθολικά)	30,67	88,37
S-metolachlor	30,60	87,53
trifloxysulfuron (καθολικά)	31,27	87,80
Μάρτυρας	30,93	86,57
Τιμές F	0,513	0,741
Τιμές P	0,777	0,656

Στον πίνακα 23 παρατηρείται ότι η αντανakλαστικότητα της ίνας, δηλαδή η λαμπρότητά της, είναι υψηλή (>74) έπειτα από την κάθε επέμβαση με τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα, ενώ το κιτρίνισμα της ίνας κυμαίνεται από 7,37 έως 8,3. Οι τιμές των δύο αυτών ποιοτικών χαρακτηριστικών και η στατιστική ανάλυση δείχνουν ότι τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν, δεν επηρέασαν το μήκος και την ομοιομορφία της ίνας. Επίσης, το ποσοστό των κοντών ινών στο βαμβάκι ήταν πολύ μικρό (επιθυμητό ποσοστό: <12,5%) μετά από όλες τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων. Μεταξύ των 8 επεμβάσεων του πειράματος η στατιστική ανάλυση δεν ανέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές, αποτέλεσμα που φανερώνει μη επίδραση των ζιζανιοκτόνων και της καταπολέμησης των ζιζανίων στο ποσοστό των κοντών ινών.

Πίνακας 23. Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στην αντανakλαστικότητα και στην κιτρινάδα της ίνας.

Επεμβάσεις	Αντανakλαστικότητα Ίνας (RD) (Units)	Κιτρίνισμα Ίνας (+b) (Units)	Ποσοστό κοντών ινών (S.F.I.)(%)
terbuthylazine + pendimethalin	76,67	8,30	4,73
fluometuron	77,20	7,43	4,30
fluometuron + S-metolachlor	78,37	7,80	4,53
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	76,50	7,67	5,63
fluometuron + trifloxysulfuron(καθολικά)	77,77	7,37	4,77
S-metolachlor	75,93	7,57	5,13
trifloxysulfuron (καθολικά)	79,17	7,87	5,33
Μάρτυρας	76,97	7,73	4,93
Τιμές F	3,999	1,998	0,572
Τιμές P	0,141	0,304	0,743

Σύμφωνα με τον πίνακα 24 το κυτίο, δηλαδή ο χρωματισμός της ίνας, παραμένει στο λευκό, που σημαίνει ότι τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν δεν επηρέασαν το χρώμα της ίνας, αλλά ούτε και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικράτησαν καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Σε όλες τις μετρήσεις των παραπάνω πινάκων έπειτα από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων των ποιοτικών χαρακτηριστικών της ίνας του βαμβακιού, προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 8 επεμβάσεων του πειράματος (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron +

trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας), καθώς η τιμή $P > 0,005$. Αυτό αποδεικνύει ότι οι επεμβάσεις με τα συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό, δεν επηρέασαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας του βαμβακιού, αλλά ούτε και οι δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη χρονική διάρκεια ανάπτυξης της ίνας του βαμβακιού.

Πίνακας 24. Επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων (terbuthylazine + pendimethalin, fluometuron, fluometuron + S-metolachlor, fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών), fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), S-metolachlor, trifloxysulfuron (καθολικά), μάρτυρας) στο ποσοστό κοντών ινών και στην ελαστικότητα της ίνας.

Επεμβάσεις	Κυτίο (C-G) στην 1 ^η , 2 ^η , 3 ^η επανάληψη
terbuthylazine + pendimethalin	41-2, 31-3, 21-2
fluometuron	41-1, 31-2, 31-2
fluometuron + S-metolachlor	31-1, 31-2, 31-1
fluometuron + trifloxysulfuron (μεταξύ των γραμμών)	41-1, 31-2, 31-2
fluometuron + trifloxysulfuron(καθολικά)	41-1, 41-1, 31-1
S-metolachlor	41-2, 31-1, 31-2
trifloxysulfuron (καθολικά)	21-2, 31-1, 31-1
Μάρτυρας	41-1, 31-2, 31-1

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων

Η καταπολέμηση ζιζανίων στην καλλιέργεια βαμβακιού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την εξέλιξη της πορείας της ανάπτυξης και της απόδοσης του βαμβακιού. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια βαμβακιού διαθέτει πολλά και δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια, και για αυτό το λόγο η κατάλληλη επιλογή του ζιζανιοκτόνου αλλά και της δόσης εφαρμογής κρίνεται σημαντική. Η καταγραφή της πυκνότητας των ζιζανίων έδειξε ότι κατά τη τελευταία μέτρηση στον ασκάλιστο μάρτυρα τα ζιζάνια πορφυρή κύπερη και στύφνος βρισκόταν σε μεγαλύτερη πυκνότητα συγκριτικά με τα υπόλοιπα ζιζάνια που εμφανίστηκαν στον πειραματικό αγρό, σε ποσοστό 90,6% (30,5 φυτά/m²) και 8,2 (2,7 φυτά/m²), επί του συνολικού αριθμού ζιζανίων (33,7 φυτά/m²). Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι το ζιζάνιο πορφυρή κύπερη ήταν το κυρίαρχο ζιζάνιο στον πειραματικό αγρό, ενώ το 2^ο σε σπουδαιότητα είδος ήταν το πλατύφυλλο ζιζάνιο στύφνος. Η πυκνότητα των υπόλοιπων ειδών ήταν πολύ μικρή και ουσιαστικά δεν επηρέασαν την ανάπτυξη και την απόδοση του βαμβακιού.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων τα δεδομένα δείχνουν σημαντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση των δεδομένων του ξηρού βάρους των ζιζανίων βρέθηκε ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις terbuthylazine + pendimethalin με fluometuron, S-metolachlor με fluometuron + S-metolachlor ή με fluometuron ή με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά), καθώς, επίσης, και του fluometuron με fluometuron + trifloxysulfuron (καθολικά). Το μικρότερο ξηρό βάρος των ζιζανίων 80,2 kg/στρέμμα καταγράφηκε στην επέμβαση fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών), ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος 544,2 kg/στρέμμα καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστο μάρτυρα. Η αποτελεσματικότητα του fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών) ήταν 85,3%. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων λόγω της μεγάλης πυκνότητας της πορφυρής κύπερης η οποία δεν καταπολεμάτε από τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Αντίθετα, η μεταφυτρωτική εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου trifloxysulfuron συνέβαλε στη σημαντική μείωση της πορφυρής κύπερης που ήταν το κύριο ζιζάνιο του πειραματικού. Σε πρόσφατη έρευνα

που πραγματοποιήθηκε από τους Travlos et al. (2020) σε καλλιέργεια σόγιας παρατηρήθηκε μείωση της πυκνότητας της πορφυρής κύπερης στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor (προφυτρωτικά) ή trifloxysulfuron (μεταφυτρωτικά). Στο πείραμα μας δεν καταγράφηκε επίδραση του S-metolachlor στο ζιζάνιο πορφυρή κύπερη, αποτέλεσμα το οποίο αναφέρεται και από τους Yu et al. (2020) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε καλλιέργειας τομάτας. Επίσης, οι Henry et al. (2012) αναφέρουν αποτελεσματικότητα του trifloxysulfuron 82% έναντι της πορφυρής κύπερης σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε γκαζόν αγριάδας. Σε άλλη μελέτη οι Burke et al. (2008) αναφέρουν δράση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στα ζιζάνια πορφυρή και κίτρινη κύπερη. Επίσης, στις Η.Π.Α. το ζιζανιοκτόνο trifloxysulfuron εφαρμόζεται και σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμηση διαφόρων ζιζανίων. Οι Dodds et al. (2008) πραγματοποίησαν ένα πείραμα σε δύο διαφορετικές περιοχές της πολιτείας του Μισισιπή κατά τη διάρκεια δύο ετών (2002 και 2003) σε καλλιέργεια βαμβακιού (με τη χρήση ποικιλιών που είναι ανθεκτικές στο glyphosate) για την αξιολόγηση ορισμένων ζιζανιοκτόνων όπως glyphosate, glyphosate + S-metolachlor και trifloxysulfuron + prometryn. Τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν σε διάφορους συνδυασμούς μεταξύ τους, σε διάφορες δόσεις και σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης το βαμβακιού. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν οι Dodds et al. (2008) από αυτό το πείραμα ήταν ότι το trifloxysulfuron + prometryn προσέφερε πολύ καλό έλεγχο (91-95%) του ζιζανίου *Digitaria sanguinalis*. Επίσης, ο συνδυασμός trifloxysulfuron + prometryn μπορεί να ελέγξει τα ζιζάνια *Ipomoea lacunosa* L. και *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula* Gray καθώς στις 14 και 28 ημέρες από την εφαρμογή του, ο έλεγχος των ζιζανίων ήταν πάνω από 86%, ενώ αντίστοιχα στα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκε το glyphosate και το glyphosate + S-metolachlor, τις αντίστοιχες ημέρες, ο έλεγχος στο ζιζάνιο *Ipomoea lacunosa* ήταν 23% και 16% αντίστοιχα, ενώ στο *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula* ήταν 0% (Dodds et al., 2008).

4.2 Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού

Όσον αφορά την ανάπτυξη του βαμβακιού τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το μόνο ζιζανιοκτόνο που προκάλεσε φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια του βαμβακιού ήταν το trifloxysulfuron όταν εφαρμόστηκε καθολικά. Συγκεκριμένα στα τεμάχια της

συγκεκριμένης επέμβασης παρατηρήθηκε έντονη χλώρωση στα φύλλα του βαμβακιού η οποία άρχισε να υποχωρεί σταδιακά και έπειτα από 3 εβδομάδες περίπου είχε υποχωρήσει εντελώς. Ως αποτέλεσμα της χλώρωσης παρατηρήθηκε ανασχεση της ανάπτυξης των φυτών του βαμβακιού η οποία ήταν παροδική. Επίσης, σε άλλη μελέτη οι Barrentine et al. (2004) αναφέρουν επίσης ότι το trifloxysulfuron προκαλεί χλώρωση στα φύλλα του βαμβακιού και καθυστέρηση την ανάπτυξή του φυτού. Σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι Smith et al. (2004) σε μια περιοχή του Αρκάνσας εξέτασαν την επίδραση του trifloxysulfuron-sodium σε καλλιέργεια βαμβακιού με επεμβάσεις σε θερμοκήπιο και σε αγρό. Συγκεκριμένα, μέσα στο θερμοκήπιο έγινε εφαρμογή του trifloxysulfuron-sodium στο στάδιο των 3 έως 4 φύλλων του βαμβακιού, ενώ στον αγρό οι εφαρμογές του trifloxysulfuron-sodium έγιναν πολύ πρώιμα (μέχρι το 4^ο φύλλο), μεσοπρώιμα (5-6 φύλλα) και όψιμα (7 φύλλα και πάνω) (Smith et al., 2004). Όλα τα φυτά που αναπτύχθηκαν μέσα στο θερμοκήπιο βρισκόταν στους 85 °F (29,4 °C) 4 ημέρες πριν τον ψεκασμό τους με trifloxysulfuron-sodium, έπειτα τα μισά φυτά ψεκάστηκαν και μπήκαν σε θάλαμο ανάπτυξης για 4 ημέρες στους 50 °F (10 °C) και μετά το διάστημα αυτό όλα τα φυτά αναπτύχθηκαν στους 85 °F (29,4 °C) μέχρι τη συγκομιδή (Smith et al., 2004). Τα συμπεράσματα του πειράματος μέσα στο θερμοκήπιο έδειξαν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις χαμηλές θερμοκρασίες προκλήθηκε φυτοτοξικότητα (Smith et al., 2004). Επιπρόσθετα, τα συμπεράσματα για το πείραμα στον αγρό ήταν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό φυτοτοξικότητας καταγράφηκε στα φυτά του βαμβακιού που το trifloxysulfuron-sodium είχε εφαρμοστεί στο στάδιο των 5-6 φύλλων (ποσοστό φυτοτοξικότητας 70%), ενώ το μικρότερο ποσοστό φυτοτοξικότητας 25% παρατηρήθηκε όταν εφαρμόστηκε στο στάδιο των 7 και πάνω φύλλων, ενώ δεν παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης σε καμία χρονική εφαρμογή του trifloxysulfuron-sodium (Smith et al., 2004). Επίσης, οι παραπάνω ερευνητές αναφέρουν ότι τα συμπτώματα εξαφανίστηκαν 3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης των Smith et al. (2004) δείχνουν ότι οι θερμοκρασίες μετά τη εφαρμογή του trifloxysulfuron και το στάδιο εφαρμογής των φυτών του βαμβακιού επηρεάζουν το ποσοστό πρόκλησης της φυτοτοξικότητας από το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Όσον αφορά την απόδοση του βαμβακιού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η μικρότερη απόδοση (251 kg/στρέμμα) καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ οι μεγαλύτερες

αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι καταγράφηκαν στις επεμβάσεις fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή, 505 kg/στρέμμα) και fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών, 547 kg/στρέμμα) λόγω της καλύτερης καταπολέμησης των ζιζανίων στις συγκεκριμένων επεμβάσεις. Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν επίσης ότι το ζιζανιοκτόνο trifloxysulfuron δεν μείωσε την απόδοση της καλλιέργειας παρόλο την πρόκληση φυτοτοξικότητας στα φυτά του βαμβακιού. Ομοίως, οι Barrentine et al. (2004) αναφέρουν ότι παρόλο που το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο προκάλεσε φυτοτοξικότητα δεν επηρέασε τελικά την απόδοση της καλλιέργειας. Όσον αφορά την επίδραση της καταπολέμησης των ζιζανίων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας του βαμβακιού. Επίσης, δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων αποτέλεσμα που δείχνει ότι ο ανταγωνισμός των ζιζανίων δεν επηρέασε αρνητικά την ποιότητα της ίνας παρόλο που η απόδοση μειώθηκε κατά 54% σε σχέση με την επέμβαση fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών). Ομοίως, οι Barnett and Steckel (2013) παρατήρησαν ότι το ζιζάνιο *Ambrosia trifida*, ένα πολύ ανταγωνιστικό είδος, δεν επηρέασε την ποιότητα της ίνας σε καμιά πυκνότητα. Αντίθετα σε άλλη μελέτη, οι Ma et al. (2015) αναφέρουν ότι ο ανταγωνισμός από το ζιζάνιο τραχύ βλήτο (1 φυτό/1 m γραμμής) επηρέασε αρνητικά την ομοιομορφία και λεπτότητα-ωριμότητα (micronaire) της ίνας.

Συμπεράσματα

Έπειτα από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων παραπάνω προέκυψαν τα ακόλουθα χρήσιμα συμπεράσματα:

- Το trifloxysulfuron όταν εφαρμόστηκε καθολικά παρατηρήθηκε έντονη χλώρωση στα φύλλα του βαμβακιού η οποία άρχισε να υποχωρεί σταδιακά και έπειτα από 3 εβδομάδες περίπου είχε υποχωρήσει εντελώς. Ως αποτέλεσμα της χλώρωσης παρατηρήθηκε ανάσχεση της ανάπτυξης των βαμβακόφυτων η οποία ήταν επίσης παροδική.
- Το μικρότερο ξηρό βάρος των ζιζανίων καταγράφηκε στις επεμβάσεις fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή) και fluometuron +

trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών), ενώ οι μεγαλύτερες τιμές της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων καταγράφηκαν στην επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα.

- Οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι καταγράφηκαν στις επεμβάσεις fluometuron + trifloxysulfuron (καθολική εφαρμογή, 505 kg/στρέμμα) και fluometuron + trifloxysulfuron (εφαρμογή μεταξύ των γραμμών, 547 kg/στρέμμα) λόγω της καλύτερης καταπολέμησης των ζιζανίων στις συγκεκριμένων επεμβάσεις. Η μικρότερη απόδοση (251 kg/στρέμμα) καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα.
- Τέλος, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας του βαμβακιού.

5. Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Βασιλάκογλου, Ι. 2004. Ζιζάνια. Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Γαλανοπούλου-Σενδουκά, Σ., 2002. Βιομηχανικά Φυτά: Βαμβάκι και Υπόλοιπα Κλωστικά, Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλα-Καπνός. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Ελευθεροχωρινός, Η.Γ., 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4^η έκδοση). Εκδόσεις ΑγροΤύπος αε, Αθήνα.
- Ζιώγας, Β.Ν., Μαρκόγλου, Α.Ν. 2017. Γεωργική Φαρμακολογία – Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Green books publications, Αθήνα.
- Κόκκινος, Κ., 2003. Κρίσιμοι Χρόνοι Παρουσίας-Απουσίας Ζιζανιοπληθυσμών στο Βαμβάκι. Πτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2013. Βιομηχανικά Φυτά (Β΄ Έκδοση). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Τόλη, Ι.Δ., 1989. Καλλιέργεια και Φυτοπροστασία του Βαμβακιού στην Ελλάδα. Εκδοτική Επιμέλεια Τριανταφύλλης Αθ., Ελλάδα.

Ξενόγλωσση

- Amoli J.S., Sadighara P., Barin A., Yazdani A. and Satari, S., 2009. Biological screening of *Amaranthus retroflexus* L. (*Amaranthaceae*). Revista Brasileira de Farmacognosia. 19, 617-620.
- Barnett K.A. and Steckel L.E., 2013. Giant ragweed (*Ambrosia trifida*) competition in cotton. Weed Science. 61, 543-548.

- Barrentine J.L., Sparks O.C. and McClelland M.R., 2004. Cotton growth and development after application of envoke (trifloxysulfuron) in cotton. Summaries of Arkansas Cotton Research 2003. pp. 145-148.
- Bojnanský V. and Fargašová A., 2007. Atlas of seeds and fruits of Central and East-European Flora – The Carpathian Mountains Region. Springer, The Netherlands. pp. 827.
- Bowman B.T., 1989. Mobility and persistence of the herbicides atrazine, metolachlor and terbuthylazine in plain field sand determined using field lysimeters. Environmental Toxicology and Chemistry. 8, 485-491.
- Brabha C., Norsworthy J.K., Houston M.M., Varanasi V.K. and Barber T., 2019. Confirmation of S-metolachlor resistance in Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). Weed Technology. 33, 720-726.
- Burke I.C., Troxler S.C., Wilcut J.W. and Smith W.D., 2008. Purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) response to postemergence herbicides in cotton. Weed Technology. 22(4), 615-621.
- Butts T.R., Barber L.T., Brabham C., Burgos N.R., Norsworthy J.K. and Willett C.D., 2019. Metolachlor Herbicides: What Are the Facts? University of Arkansas System. Agriculture and Natural Resources. FSA2185.
- Cañero A.I., Cox L., Redondo-Gomez S., Mateos-Naranjo E., Hermosín M.C. and Cornejo J., 2011. Effect of the Herbicides Terbuthylazine and Glyphosate on Photosystem II Photochemistry of Young Olive (*Olea europaea*) Plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59, 5528-5534.
- Cortés J.A., Mendiola M.A. and Castejón M., 2010. Competition of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* M.) weed with cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Economic damage threshold. Spanish Journal of Agricultural Research. 8, 391-399.
- Costea M., Weaver S.E. and Tardif F.J., 2003. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. Canadian Journal of Plant Science. 84, 631-668.

- Din A.M.-U., Khan Z.-U.-D., Ahmad M. and Kashmiri M.A., 2010. Chemotaxonomic value of alkaloids in *Solanum nigrum* complex. Pakistan of Journal Botany. 42, 653-660.
- Dodds D.M., Kirkpatrick M.T., Barber L.T. and Reynolds D.B., 2008. Evaluation of Trifloxysulfuron plus Prometryn for Weed Control in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). The Journal of Cotton Science. 12, 311-317.
- Edenfield, M.W., Brecke, B.J., Colvin, D.L., Dusky, G.A. and Shilling, D.G., 2005. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control with glyphosate in soybean and cotton. Weed Technology. 19, 947-953.
- Edmonds J.M. and Chweya J.A., 1997. Black nightshades. *Solanum nigrum* L. and related species. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. ISBN 92-9043-321-3
- Flury M., Leuenberger J., Studer B. and Fluhler H., 1995. Transport of anions and herbicides in a loamy and a sandy field soil. Water Resources Research. 31, 823-835.
- Follak S., Belz R., Bohren C., Castro O.D., Guacchio E.D., Pascual-Seva N., Schwarz, M., Verloove F. and Essl F., 2016. Biological flora of Central Europe: *Cyperus esculentus* L. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 23, 33-51.
- Glatstein M., Alabdulrazzaq F. and Scolnik D., 2016. Belladonna alkaloid intoxication. The 10-year experience of a large tertiary care pediatric hospital. American Journal of Therapeutics. 23, e74-e77.
- Henry G.M., Sladek B.S., Hephner A.J. and Cooper T., 2012. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in bermudagrass turf with imazosulfuron. Weed Technology. 26, 304-307.
- Horowitz M., 1973. Spatial growth of *Sorghum halepense* (L.) PERS. Weed Research. 13, 200-208.

- Huang K., Lin L., Liao M., Liu J., Liang D., Xia H., Wang X., Wang J. and Deng H., 2020. Effects of intercropping with different *Solanum* plants on the physiological characteristics and cadmium accumulation of *Solanum nigrum*. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1711898>
- Iqbal J. and Cheema Z.A., 2008. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) management in cotton with combined application of sorgaab and S-metolachlor. Pakistan Journal of Botany. 40, 2383-2391.
- Johnson III W.C., Davis R.F. and Mullinix Jr. B.G., 2007. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain. Crop Protection. 26, 1660-1666.
- Locke M.A., Zablotowicz R.M., Steinriede R.W. and Kingery W.L., 2007. Degradation and sorption of fluometuron and metabolites in conservation tillage soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55, 844-851.
- Lotz L.A.P., Groeneveld R.M.V., Habekotté B. and Van Oene H., 1991. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. Weed Research. 31, 153-160.
- Ma X., Wu H., Jiang W., Ma Y. and Ma Y., 2015. Interference between Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and Cotton (*Gossypium hirsutum* L.): Growth Analysis. PLOS ONE. 10(6), e0130475.
- Mathangadeera R.W., Hequet E.F., Kelly B., Dever J.K. and Kelly C.M., 2020. Importance of cotton fiber elongation in fiber processing. Industrial Crops and Products. 147, 112217.
- Monaghan N., 1979. The biology of Johnson grass (*Sorghum halepense*). Weed Research. 19, 261-267.
- Peerzada A.M., Ali H.H., Hanif Z. Bajwa A.A., Kebaso L., Frimpong D., Iqbal N., Namubiru H., Hashim S., Rasool G., Manalil S., van der Meulen A. and Chauhan, B.S., 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Biological Invasions. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1410-8>.

- Poczai P. and Hyvönen J., 2011. On the origin of *Solanum nigrum*: can networks help? Molecular Biology Reports. 38, 1171-1185.
- Prueger J.H., Gish T.J., McConnell L.L., McKee L.G., Hatfield J.L. and Kustas W.P., 2005. Solar radiation, relative humidity, and soil water effects on metolachlor volatilization. Environmental Science & Technology. 39, 5219-5226.
- Rickard R.W. and Camper N.D. 1978) Degradation of fluometuron by *Rhizoctonia solani*. Pesticide Biochemistry and Physiology. 9, 183-189.
- Schippers P., Borg S.J.T. and Bos J.J., 1995 A Revision of the infraspecific taxonomy of *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge) with an experimentally evaluated character set. American Society of Plant Taxonomists. 20, 461-481.
- Shaner D.L., Brunk G., Belles D., Westra P. and Nissen S., 2006. Soil dissipation and biological activity of metolachlor and S-metolachlor In Five Soils. Pest Management Science. 62, 617-623.
- Smith K.L., Branson J., Kelly M., McClelland M.M., Barrentine J.L and Sparks O.C., 2004. Cotton response to trifloxysulfuron in Arkansas. Summaries of Arkansas Cotton Research 2003, pp. 155-158.
- Sondhia S., 2012. Dissipation of pendimethalin in soil and its residues in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 89, 1032-1036.
- Taab A. and Andersson L., 2009. Seed dormancy dynamics and germination characteristics of *Solanum nigrum*. Weed Research. 49, 490-498.
- Thomas P.E.L., 1969. Effects of desiccation and temperature on survival of *Cyperus esculentus* tubers and *Cynodon dactylon* rhizomes. Weed Research. 9, 1-8.
- Toiber-Yasur I., Rosner M., Hadas A., Russo D. and Yaron B., 1999. Leaching of terbutylazine and bromacil through field soils. Water, Air, and Soil Pollution. 113, 319-335.
- Travlos I., Tataridas A., Kanatas P., Kakabouki I. and Papastylianou P., 2020. Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). Agronomy Research. 18(2), 595-602.

- Tsiropoulos N.G. and Miliadis G.E., 1998. Field Persistence studies on pendimethalin residues in onions and soil after herbicide postemergence application in onion cultivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46. 291-295.
- United States Department of Agriculture (USDA), 1995. The Classification of Cotton: Agricultural Handbook 566. Cotton Division Agricultural Marketing Service U.S. Department of Agriculture Washington, DC20250.
- United States Department of Agriculture's Agricultural Marketing Service – Cotton USA, 2018. The Classification of Cotton. © 2018 Cotton Incorporated.
- Weaver S.E. and Warwick S.I., 1984. The biology of Canadian weeds. 64. *Datura stramonium* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 64, 979-991.
- Wei S., Zhou Q, and Koval P.V., 2006. Flowering stage perracteristics of cadmium hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. and their significance to phytoremediation. *Science of the Total Environment*. 369, 441–446.
- Yu J., Sharpe S.S. and Boyd N.S., 2020. PRE herbicides and POST halosulfuron for purple nutsedge control in tomato grown in plasticulture systems. *Weed Technology*. 34, 642-646.
- Zemolin C.R., Avila L.A., Cassol G.V., Massey J.H. and Camargo E.R., 2014. Enviromental fate of S-metolachlor - A Review. *Planta Daninha*. 32, 655-664.
- Zhou J. and Xu B., 2020. Evaluating cotton length uniformity through comprehensive length attributes measured by dual-beard fibrography. *Cellulose*. 27, 7861-7871.

Πηγές Διαδικτύου

- Λεωνιδάκης Δ., 2016. Η Εκτίμηση της Ποιότητας του Βαμβακιού και Οι Παράγοντες Που την Καθορίζουν. FARMABLOG. <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/pollaplasiastiko-yliko/item/880-i-ektimisi-tis-poiotitas-tou-vamvakioy-kai-oi-paragontes-pou-tin-kathorizoun> (Πρόσβαση στις 07/04/2021)
- Μπαντής Α. 2018. Τι είναι το Micronaire στο βαμβάκι, και γιατί αυτό έχει σημασία για την τιμή του; *The World of Greek Cotton*. <http://www.cotton->

net.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=2787&Itemid=87

(Πρόσβαση στις 03/04/2021)

ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) 2021. Κατάλογος Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων κατά Καλλιέργεια και Ζιζάνιο. http://www.minagric.gr/syspest/syspest_herbs_skeyas.aspx. Πρόσβαση στις 29-03-2021.

FAOSTAT 2021. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) – FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Πρόσβαση στις 10/04/2021)

Heap S.A. 2000. The Meaning of Micronaire. Cotton Technology International, Stockport UK. Proc. Int. Cotton Conf. Bremen, Germany, 2000. http://www.cottontech.co.uk/index.htm_files/Bremen2000_Micronaire.pdf (Πρόσβαση στις 01/04/2021)

Hong Kong Baptist University, 2007. *Amaranthus retroflexus* L. – Medicinal Plant Images Database. School of Chinese Medicine. https://libproject.hkbu.edu.hk/was40/detail?lang=en&channelid=1288&searchword=herb_id=D00733 (Πρόσβαση στις 19/02/2021)

International Herbicide-Resistant Weed Database, 2021. [List of Herbicides Globally \(weedsience.org\)](http://weedsience.org) (Πρόσβαση στις 06/03/2021), <http://weedsience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5393>, (Πρόσβαση στις 17/03/2021), <http://weedsience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5301>, (Πρόσβαση στις 18/03/2021), <http://weedsience.org/details/Case.aspx?ResistID=328>, <http://weedsience.org/details/Case.aspx?ResistID=544>, (Πρόσβασης τις 19/03/2021) <http://weedsience.org/summary/ResistByActive.aspx> (Πρόσβαση στις 22/03/2021), <http://weedsience.org/summary/ResistByActive.aspx> (Πρόσβασης στις 29/03/2021)

Meteo: Όλα για τον καιρό <https://meteosearch.meteo.gr/> (Πρόσβαση στις 14/04/2021)

National Library of Medicine, 2021. National Center for Biotechnology Information, PubChem. Fluometuron. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/1721> (Πρόσβαση στις 17/03/2021)

New Zealand Government-Ministry of Health, 2019. Volume 3 Datasheets – Chemical and Physical Determinands: Part 2.3 Pesticides. https://scholar.google.com/scholar?hl=el&as_sdt=0,5&q=half-time+of+trifloxysulfuron (Πρόσβασης στις 30/03/2021)

PPDB, 2021. Pesticide Properties DataBase, University of Hertfordshire. [S-metolachlor \(Ref: CGA 77102\) \(herts.ac.uk\)](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/336.htm#2) (Πρόσβαση στις 05/03/2021), <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/336.htm#2> (Πρόσβαση στις 17/03/2021), <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/511.htm> (Πρόσβαση στις 19/03/2021), <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/623.htm> (Πρόσβασης στις 22/03/2021), <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1150.htm> (Πρόσβασης στις 29/03/2021)

Παράρτημα Εικόνων



Εικόνα 10. Πειραματικός αγρός στην περιοχή Φανερωμένη Τρικάλων στις 10/05/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 11. Χλωρωτικά φύλλα και ξήρανση φύλλων της κύπερης έπειτα από 14 ημέρες από την εφαρμογή του Envoke, στις 28/06/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 12. Συμπτώματα στα φύλλα του βέλιουρα 14 ημέρες έπειτα από την εφαρμογή του Envoke, στις 28/06/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 13. Χλώρωση φύλλων βαμβακιού 9 ημέρες έπειτα από την καθολική εφαρμογή του Envoke σε πειραματικό τεμάχιο, στις 23/06/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 14. Φύλλα βαμβακιού 9 ημέρες έπειτα από την εφαρμογή του Envoke μόνο στους διαδρόμους του πειραματικού τεμαχίου, στις 23/06/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 15. Σταδιακή υποχώρηση της χλώρωσης των φύλλων του βαμβακιού έπειτα από 14 ημέρες από την καθολική εφαρμογή του Envoke σε πειραματικό τεμάχιο, στις 28/06/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 16. Πειραματικός αγρός πριν την εφαρμογή του αποφυλλωτικού, στις 13/09/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 17. Πειραματικός αγρός 5 ημέρες μετά την εφαρμογή του αποφυλλωτικού, στις 23/09/2020. (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 18. Πειραματικός αγρός στις 03/10/2020 (Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)



Εικόνα 19. Εκκόκκιση βαμβακιού με εκκοκκιστική μηχανή με μαχαίρια (30/10/2020)
(Πηγή: Ιδιωτικό αρχείο)